



Mise à jour de l'Etude d'Impact

Dossier de demande de mise
en service du réacteur EPR
Flamanville 3

Mai 2021



ÉTUDE D'IMPACT

Sommaire général et glossaire

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

- Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact
 - Chapitre 2 – Description du projet
 - Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques
 - Chapitre 4 – Eaux de surface
 - Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines
 - Chapitre 6 – Radioécologie
 - Chapitre 7 – Biodiversité
 - Chapitre 8 – Population et santé humaine
 - Chapitre 9 – Activités humaines
 - Chapitre 10 – Gestion des déchets
 - Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées
 - Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000
 - Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact
 - Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact
- ANNEXES

SOMMAIRE GÉNÉRAL

CHAPITRE 0 : RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

CHAPITRE 1 : OBJECTIFS ET CONTENU DE L'ÉTUDE D'IMPACT

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 1

- 1.1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE D'IMPACT
- 1.2. CONTENU DE L'ÉTUDE D'IMPACT
- 1.3. PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE

CHAPITRE 2 : DESCRIPTION DU PROJET

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 2

- 2.1. DESCRIPTION DU PROJET
- 2.2. DESCRIPTION DU SITE
 - 2.2.1. LOCALISATION DU SITE
 - 2.2.2. PRÉSENTATION DU SITE
- 2.2. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS
 - 2.3.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT
 - 2.3.2. DESCRIPTION DES OUVRAGES DE PRISE D'EAU
 - 2.3.3. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS TRAITANT L'EAU PRÉLEVÉE
 - 2.3.4. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS
 - 2.3.5. DESCRIPTION DES OUVRAGES DE REJET DANS L'EAU

2.3.6. DESCRIPTION DES ÉMISSAIRES DE REJETS À L'ATMOSPHÈRE DU SITE

2.4. DESCRIPTION DE LA PHASE DE CHANTIER

2.5. INTERACTIONS AVEC L'ENVIRONNEMENT

2.5.1. PRÉLÈVEMENTS ET CONSOMMATION D'EAU

2.5.2. REJETS THERMIQUES

2.5.3. REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES ET À L'ATMOSPHÈRE

2.5.4. REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES LIQUIDES ET À L'ATMOSPHÈRE

2.5.5. RESTITUTION DES SÉDIMENTS LIÉS AUX OPÉRATIONS D'ENTRETIEN
DES OUVRAGES DE PRÉLÈVEMENTS D'EAU EN MER

2.5.6. PRODUCTION DE DÉCHETS

2.5.7. ÉMISSIONS SONORES ET VIBRATOIRES

2.5.8. USAGE DES TERRES

2.5.9. AUTRES INTERACTIONS ESTIMÉES

2.5.10. SYNTHÈSE DES INTERACTIONS AVEC L'ENVIRONNEMENT

2.6. RAISONS DU CHOIX DU PROJET

CHAPITRE 3 – AIR ET FACTEURS CLIMATIQUES

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 3

3.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

3.1.1. MÉTÉOROLOGIE ET FACTEURS CLIMATIQUES

3.1.2. QUALITÉ DE L'AIR

3.1.3. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LA QUALITÉ DE L'AIR ET LES FACTEURS
CLIMATIQUES

3.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR L'AIR ET LE CLIMAT

3.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LE CLIMAT

3.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

3.3. SURVEILLANCE

3.3.1. SURVEILLANCE DES REJETS CHIMIQUES À L'ATMOSPHÈRE

3.3.2. SURVEILLANCE MÉTÉOROLOGIQUE

- 3.4. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES
- 3.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES
- 3.6. CONCLUSION

CHAPITRE 4 – EAUX DE SURFACE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 4

4.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

- 4.1.1. CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE
- 4.1.2. HYDROLOGIE
- 4.1.3. RÉGIME THERMIQUE MARIN
- 4.1.4. QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES EAUX DE SURFACE
- 4.1.5. HYDROMORPHOLOGIE ET TRANSPORTS SOLIDES
- 4.1.6. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LES EAUX DE SURFACE

4.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES EAUX DE SURFACE

- 4.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES SUR L'HYDROLOGIE
- 4.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA TEMPÉRATURE DES EAUX DE SURFACE
- 4.2.3. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA QUALITÉ DES EAUX DE SURFACE
- 4.2.4. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA MORPHOSÉDIMENTOLOGIE

4.3. SURVEILLANCE

- 4.3.1. SURVEILLANCE DES PRÉLÈVEMENTS ET DE LA CONSOMMATION D'EAU
- 4.3.2. SURVEILLANCE DES REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES LIQUIDES
- 4.3.3. SURVEILLANCE DES REJETS THERMIQUES
- 4.3.4. SURVEILLANCE CHIMIQUE, PHYSICO-CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES EAUX DE SURFACE
- 4.3.5. SURVEILLANCE DU MILIEU AQUATIQUE DANS LE CADRE DES OPÉRATIONS DE DRAGAGE

- 4.4. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES
- 4.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES
- 4.6. CONCLUSION

CHAPITRE 5 – SOLS ET EAUX SOUTERRAINES

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 5

51. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

- 5.1.1. GÉOLOGIE
- 5.1.2. TRAVAUX ET AMÉNAGEMENTS MODIFIANT LES ÉCOULEMENTS SOUTERRAINS
- 5.1.3. HYDROGÉOLOGIE
- 5.1.4. ÉTAT DES SOLS
- 5.1.5. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LES SOLS ET LES EAUX SOUTERRAINES

5.2. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET

- 5.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES SOLS
- 5.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES

5.3. SURVEILLANCE DU SITE

- 5.3.1. SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DES SOLS ET DES EAUX SOUTERRAINES
- 5.3.2. SURVEILLANCE DES PRÉLÈVEMENTS EN NAPPE

5.4. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

5.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES

5.6. CONCLUSION

CHAPITRE 6 – RADIOÉCOLOGIE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 6

6.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

- 6.1.1. ORIGINES DE LA RADIOACTIVITÉ DANS L'ENVIRONNEMENT
- 6.1.2. ÉTAT RADIOLOGIQUE À L'INTÉRIEUR DU CNPE
- 6.1.3. HISTORIQUE DES ÉTUDES RADIOÉCOLOGIQUES
- 6.1.4. ÉTAT RADIOLOGIQUE DU MILIEU TERRESTRE
- 6.1.5. ÉTAT RADIOLOGIQUE DU MILIEU AQUATIQUE
- 6.1.6. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR L'ÉTAT RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

6.2. ANALYSE DES INCIDENCES

- 6.2.1. ÉVALUATION RÉTROSPECTIVE SUR LA BASE DES MESURES EFFECTUÉES DANS L'ENVIRONNEMENT
- 6.2.2. ÉVALUATION PROSPECTIVE DU RISQUE ENVIRONNEMENTAL

6.3. SURVEILLANCE

- 6.3.1. SURVEILLANCE DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS À L'ATMOSPHÈRE
- 6.3.2. SURVEILLANCE DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES
- 6.3.3. SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

6.4. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

6.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES

- 6.5.1. ÉVALUATION RÉTROSPECTIVE SUR LA BASE DES MESURES EFFECTUÉES DANS L'ENVIRONNEMENT
- 6.5.2. ÉVALUATION PROSPECTIVE DU RISQUE ENVIRONNEMENTAL

6.6. CONCLUSION

CHAPITRE 7 – BIODIVERSITÉ

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 7

7.1. INTRODUCTION

7.1.1. DÉLIMITATION DE L'AIRE D'ÉTUDE

7.1.2. COLLECTE DES DONNÉES

7.1.3. STATUTS DES ESPÈCES FAUNISTIQUES ET FLORISTIQUES

7.2. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

7.2.1. ESPACES NATURELS REMARQUABLES

7.2.2. GRANDS ENSEMBLES D'HABITATS NATURELS

7.2.3. VÉGÉTATION

7.2.4. FAUNE

7.2.5. FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES

7.2.6. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LA BIODIVERSITÉ

7.3. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA BIODIVERSITÉ

7.3.1. IDENTIFICATION DES INCIDENCES POTENTIELLES SUR LA BIODIVERSITÉ

7.3.2. ÉLÉMENTS PRÉALABLES À L'ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR LES ESPACES NATURELS, LA FLORE, LA FAUNE ET LES FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES

7.3.3. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES ESPACES NATURELS REMARQUABLES

7.3.4. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA VÉGÉTATION

7.3.5. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA FAUNE

7.3.6. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES

- 7.4. SURVEILLANCE
- 7.5. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES
- 7.6. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES
- 7.7. CONCLUSION

CHAPITRE 8 – POPULATION ET SANTÉ HUMAINE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 8

- 8.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE
 - 8.1.1. POPULATION
 - 8.1.2. COMMODITÉS DE VOISINAGE
 - 8.1.3. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LA POPULATION
- 8.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA POPULATION ET LA SANTÉ HUMAINE
 - 8.2.1. ÉVALUATION DE L'IMPACT DOSIMÉTRIQUE À L'HOMME
 - 8.2.2. ÉVALUATION DU RISQUE SANITAIRE DES REJETS CHIMIQUES
 - 8.2.3. ÉVALUATION DE L'IMPACT SONORE ET VIBRATOIRE
 - 8.2.4. ÉVALUATION DE L'IMPACT DES ÉMISSIONS LUMINEUSES
- 8.3. SURVEILLANCE
 - 8.3.1. SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE
 - 8.3.2. SURVEILLANCE CHIMIQUE
- 8.4. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES
- 8.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES
 - 8.5.1. ÉVALUATION DE L'IMPACT DOSIMÉTRIQUE À L'HOMME DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS
 - 8.5.2. ÉVALUATION DE L'EXPOSITION EXTERNE DU PUBLIC AUX RAYONNEMENTS IONISANTS PAR IRRADIATION DIRECTE

- 8.5.3. ANALYSE DES MÉTHODES D'ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LA SANTÉ DES REJETS CHIMIQUES LIQUIDES
- 8.5.4. ANALYSE DES MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'INCIDENCE SUR LA SANTÉ DES REJETS CHIMIQUES À L'ATMOSPHÈRE
- 8.5.5. IMPACT SONORE ET VIBRATOIRE
- 8.6. CONCLUSION

CHAPITRE 9 – ACTIVITÉS HUMAINES

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 9

9.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

- 9.1.1. USAGE DES TERRES
- 9.1.2. PAYSAGES ET PATRIMOINE CULTUREL
- 9.1.3. ACTIVITÉS HUMAINES ET BIENS MATÉRIELS
- 9.1.4. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LES ACTIVITÉS HUMAINES

9.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES ACTIVITÉS HUMAINES

- 9.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES USAGES DES TERRES
- 9.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LE PAYSAGE ET LE PATRIMOINE CULTUREL
- 9.2.3. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES ACTIVITÉS HUMAINES ET LES BIENS MATÉRIELS
- 9.2.4. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

9.3. SURVEILLANCE

9.4. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

9.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES

9.6. CONCLUSION

CHAPITRE 10 – GESTION DES DÉCHETS

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 10

10.1. PRÉSENTATION DES DÉCHETS PRODUITS

- 10.1.1. ORIGINE DES DÉCHETS
- 10.1.2. CATÉGORIES ET TYPES DE DÉCHETS
- 10.1.3. QUANTITÉS DE DÉCHETS PRODUITS
- 10.1.4. QUANTITÉS DE DÉCHETS À PRODUIRE
- 10.1.5. MODALITÉS DE GESTION DES DÉCHETS
- 10.1.6. OPTIMISATION REJETS / DÉCHETS

10.2. FILIÈRES DE GESTION DES DÉCHETS

- 10.2.1. DÉCHETS RADIOACTIFS
- 10.2.2. DÉCHETS CONVENTIONNELS

10.3. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

- 10.3.1. RÉDUCTION À LA SOURCE DE LA QUANTITÉ ET DE LA NOCIVITÉ DES DÉCHETS
- 10.3.2. TRI / COLLECTE SÉLECTIVE, TRAITEMENT / CONDITIONNEMENT, ENTREPOSAGE ET ÉVACUATION DES DÉCHETS
- 10.3.3. CONCLUSION

10.4. COMPATIBILITÉ AU PLAN NATIONAL DE GESTION DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS (PNGMDR)

10.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES

10.6. CONCLUSION

CHAPITRE 11 – ANALYSE DES INCIDENCES CUMULÉES

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 11

- 11.1. DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE
- 11.2. RECENSEMENT DES PROJETS
- 11.3. ANALYSE DES INCIDENCES CUMULÉES
- 11.4. CONCLUSION

CHAPITRE 12 – ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 12

- 12.1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE
 - 12.1.1. CADRE RÉGLEMENTAIRE
 - 12.1.2. RÉSEAU NATURA 2000
- 12.2. DESCRIPTION DE LA MÉTHODOLOGIE
- 12.3. PRÉSENTATION DU PROJET
 - 12.3.1. LOCALISATION DU SITE DE FLAMANVILLE
 - 12.3.2. PRÉSENTATION SUCCINCTE DU SITE ET DU PROJET
- 12.4. INTERACTIONS DU PROJET AVEC L'ENVIRONNEMENT
- 12.5. DÉFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE
 - 12.5.1. INFLUENCE POTENTIELLE SUR LE MILIEU CONTINENTAL
 - 12.5.2. INFLUENCE POTENTIELLE SUR LE MILIEU MARIN
 - 12.5.3. AIRE D'ÉTUDE

12.6. PRÉSENTATION DES SITES NATURA 2000 SUSCEPTIBLES D'ÊTRE CONCERNÉS PAR LE PROJET

12.6.1. DESCRIPTION DES SITES NATURA 2000 CONCERNÉS PAR LE PROJET

12.6.2. PRÉSENTATION DES HABITATS ET DES ESPÈCES DES SITES NATURA 2000 CONCERNÉS PAR LE PROJET

12.7. HABITATS ET ESPÈCES POTENTIELLEMENT CONCERNÉS PAR LE PROJET

12.7.1. INTERACTIONS DU PROJET AVEC LES SITES NATURA 2000

12.7.2. HABITATS ET ESPÈCES POTENTIELLEMENT CONCERNÉS PAR LE PROJET

12.8. ANALYSE DE L'ÉTAT DE CONSERVATION

12.8.1. ÉTAT DE CONSERVATION : NOTION ET DONNÉES SOURCES

12.8.2. ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS PRIORITAIRES CONCERNÉS PAR LE PROJET

12.8.3. ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE CONCERNÉS PAR LE PROJET

12.8.4. ÉTAT DE CONSERVATION DES ESPÈCES D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE CONCERNÉES PAR LE PROJET (HORS OISEAUX)

12.8.5. ÉTAT DE CONSERVATION DES OISEAUX D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE CONCERNÉS PAR LE PROJET

12.9. ANALYSE DES INCIDENCES DIRECTES OU INDIRECTES, TEMPORAIRES OU PERMANENTES SUR L'ÉTAT DE CONSERVATION DES SITES NATURA 2000 CONSIDÉRÉS

12.9.1. RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR LES SITES NATURA 2000

12.9.2. ANALYSE DES INCIDENCES POTENTIELLES CUMULÉES POUR CHAQUE HABITAT ET ESPÈCE CONCERNÉS PAR LE PROJET

12.10. ANALYSE DES MÉTHODES UTILISÉES

12.10.1. DÉLIMITATION DE L'AIRE D'ÉTUDE

12.10.2. DESCRIPTION DES HABITATS ET ESPÈCES DES SITES NATURA 2000 RECELSÉS SUR L'AIRE D'ÉTUDE ET DE LEUR ÉTAT DE CONSERVATION

12.10.3. IDENTIFICATION DES HABITATS ET ESPÈCES CONCERNÉS

12.10.4. ÉTUDE DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS ET DES
ESPÈCES CONCERNÉS PAR LE PROJET

12.10.5. ANALYSE DES INCIDENCES DIRECTES, INDIRECTES, PERMANENTES ET
TEMPORAIRES DU CNPE SUR L'ÉTAT DE CONSERVATION DES
HABITATS ET ESPÈCES CONCERNÉS

12.11. CONCLUSION DE L'ÉVALUATION DES INCIDENCES
DU PROJET SUR L'ÉTAT DES CONSERVATION DES
SITES NATURA 2000

CHAPITRE 13 – CONCLUSION DE L'ÉTUDE D'IMPACT

CONCLUSION

CHAPITRE 14 – AUTEURS DE L'ÉTUDE D'IMPACT

AUTEURS DE L'ÉTUDE D'IMPACT

ANNEXES

ANNEXE 1 – DESCRIPTION DES OUVRAGES DE
PRÉLÈVEMENT D'EAU ET DE REJET DANS
L'ENVIRONNEMENT

ANNEXE 2 – TRAITEMENT DES EFFLUENTS RADIOACTIFS
LIQUIDES ET GAZEUX

ANNEXE 3 – DESCRIPTION DE LA STATION DE
PRODUCTION D'EAU DÉMINÉRALISÉE (INTÉGRANT
L'UNITÉ DE DESSALEMENT)

ANNEXE 4 – DESCRIPTION DES RÉSEAUX DE COLLECTE
ET DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS NON
CONTAMINABLES DU SITE DE FLAMANVILLE (DONT
ÉLECTROCHLORATION)

ANNEXE 5 - DONNÉES CHIMIQUES LIQUIDES

ANNEXE 6 – BIODIVERSITÉ

ANNEXE 7 – POPULATION ET SANTÉ HUMAINE

GLOSSAIRE GÉNÉRAL

A

AEP	Alimentions en Eau Potable
AHP	Installations – Réchauffeur Moyenne et Haute Pression
AIEA	Agence Internationale de l'Énergie Atomique
ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
APG	Installations – Système de Purge des Générateur de Vapeur
ASG	Installations – Système d'Alimentation de Secours des Générateurs de vapeur
ASN	Autorité de Sûreté Nucléaire
ATEX	Réglementation relative aux ATmosphères EXplosives
ATMP	Amino Tris (Méthylène Phosphonate)
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry (U.S. Department of Health and Human Services)

B

BAC	Installations – Bâtiment Annexe de Conditionnement
BAN	Installations – Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires
BAS	Installations – Bâtiment des Auxiliaires de Sauvegarde
BCF	Facteur de BioConcentration

BDS	Bâtiment De Sécurité
BIE	Installations – Bâtiment Inter-Entreprises
BK	Bâtiment Combustible
BL	Installations – Bâtiment Électrique
BPL	Bonnes Pratiques de Laboratoire
BR	Installations – Bâtiment Réacteur
BSD	Bordereau de Suivi des Déchets
BSDD	Bordereau de Suivi des Déchets Dangereux
BTE	Bâtiments de Traitement des Effluents

C

CAS	Chemical Abstracts Service
CEA	Commissariat à l'Énergie Atomique
CEB	Chemically Enhanced Backwash
CENTRACO	CENtre nucléaire de TRAitement et de CONditionnement
CEX	Installations – Système d'extraction d'eau au Condenseur
CFI	Installations – Système de filtration de l'eau de circulation
CGEDD	Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable
CIEM	Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM) ou The International Council For the Exploration of the Sea (ICES)
CIP	Clean In Place
CIPR	Commission Internationale de Protection Radiologique
CIRES	Centre Industriel de Regroupement, d'Entreposage et de Stockage
CMR	Cancérogène, Mutagène et Reprotoxique
CNEPE	Centre National d'Équipement de Production d'Électricité
CNPE	Centre Nucléaire de Production d'Électricité
CNPD	Commission Nationale du Débat Public
COVNM	Composés Organiques Volatiles Non Méthaniques
CPA	Installations - Système de Protection Cathodique

CQEL	Cellule Qualité des Eaux Littorales
CRF	Installations - Système d'alimentation en eau de refroidissement des condenseurs – Eau de circulation
CSA	Centre de Stockage de l'Aube
CTA	Coefficients de Transfert Atmosphérique
CTE	Installations – Système de traitement de l'eau de circulation du condenseur
CVI	Installations – Système de vide au condenseur
Cyclife France	Société à laquelle appartient CENTRACO (anciennement SOCODEI)

D

DAC	Décret d'Autorisation de Création d'une Installation Nucléaire de Base
DARPE	Demande d'Autorisation de Rejet d'effluents liquides et gazeux et de Prélèvement d'Eau
DBO ₅	Demande Biochimique en Oxygène calculée au bout de 5 jours
DCE	Directive Cadre sur l'Eau – directive européenne n° 2000/60/CE
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DD	Déchet Dangereux
DeD	Débit d'équivalent de Dose
DEL	Installations – Système annexe de production d'eau glacée secourue du bâtiment électrique
DGS	Direction Générale de la Santé (France)
DI	Déchet Inerte
DIPDE	Division de l'Ingénierie du Parc, de la Déconstruction et de l'Environnement
DJA	Dose Journalière Admissible
DJE	Dose Journalière d'Exposition
DLI	Déchets Liquides Incinérables
DnDnl	Déchet non Dangereux non Inerte
DOCOB	DOCuments d'OBjectifs (plans de gestion des sites et futurs sites Natura 2000)
DP	Drains de Planchers

DR	Drains Résiduaire
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DSI	Déchets solides incinérables
DTG	Division Technique Générale
DUS	Installations – Diesel d'Ultime Secours
DVL	Système de ventilation de la zone non contrôlée des BAS
DWB	Système de ventilation de la zone contrôlée du POE
DWK	Système de ventilation du BK
DWL	Système de ventilation de la zone contrôlée des BAS
DWN	Système de ventilation du BAN
DWQ	Système de ventilation du BTE
DWW	Système de ventilation de la zone contrôlée du bâtiment d'accès

E

EAJE	Établissements d'Accueil du Jeune Enfant
EAS	Installations – Système d'aspersion de l'enceinte de confinement
EBA	Installations – Système de balayage du bâtiment réacteur
ECHA	European CHemicals Agency
EDE	Système de ventilation de l'espace entre enceinte
EDF	Électricité De France
EDG	Emergency Diesel Generator (Moteur diesel de secours)
EDTA	Acide Éthylène-Diamine-TétraAcétique
EFSA	Autorité européenne de sécurité des aliments
ENS	Espace Naturel Sensible
EPI	Équipements Protection Individuelle
EPP	Système d'étanchéité et contrôle des fuites de l'enceinte
EPR	Evolutioned Pressurized Reactor

EPRI	Electric Power Research Institute
EPRS	Évaluation Prospective des Risques Sanitaires
EQR	Ecological Quality Ratio
ERC	Éviter Réduire Compenser
ERI	Excès de Risque Individuel
ERICA	Environmental Risk from Ionising Contaminants Assessment
ERU	Excès de Risque Unitaire
ETA	Éthanolamine
ETY	Installations – Système de maîtrise du taux d'hydrogène dans l'enceinte de confinement

F

FA / FA-VC	Faiblement Actif (déchets) / Faiblement actif à Vie Courte
FAC	Filtre À Chaînes
FAS	Filtre À Sable
FMA	Faiblement et Moyennement Actif (déchets)
FSA	Filtre À Sable
FSD	Formulaires Standards de Données

G

GCTa	Installations – Système de contournement de la turbine – Décharge à l'atmosphère
GRNC	Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (groupe d'expertise pluraliste créé par l'ASN et les ministères concernés sur la question de l'impact radioécologique des activités nucléaires du Nord-Cotentin)
GES	Groupe Électrogène de Secours
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
GMPP	Groupe Moto-Pompe Primaire
GTA	Installations – Groupe Turbo-Alternateur
GV	Installations –Générateur de Vapeur

H

HA	Hautement Actif (déchets)
HCA	Ouvrage de rejet en mer de l'EPR
HN	Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires de l'EPR
HR	Bâtiment réacteur de l'EPR
HTC	Haut Taux de Combustion
HTO	Eau tritiée

I

IBD	Indice Biologique Diatomées
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEM	Interprétation de l'État des Milieux
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER
INB	Installation Nucléaire de Base
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des RISques
INPN	Inventaire National du Patrimoine Naturel
INRAP	Institut National de Recherches Archéologiques Préventives
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
INSPQ	Institut National de Santé Publique du Québec
IOTA	Installations, Ouvrages, Travaux et Activités
IR	Indice de Risque
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

J

JAC	Installations – Production d'eau incendie classée
JPD	Installations – Protection et distribution eau incendie îlot conventionnel
JPI	Installations – Protection et distribution des eaux incendie des transformateurs
JPP	Installations – Système de production d'eau incendie
JPT	Installations – Protection et distribution des eaux incendie des transformateurs
JPS	Installations – Protection incendie mobile du site

K

KER	Installations – Système de contrôle et de rejet des effluents de l'îlot nucléaire
KRT	Système de mesures fixes de radioprotection

L

LHP et LHQ	Installations – Système de production 6,6 kV secouru par diesels
LHP, LHQ, LHR et LHS	Diesels 10 kV - Division 1-2-3-4 (réacteur 3)
LHT	Installations – Système de distribution électrique de secours par Turbine à Combustion
LHU	Installations – Système de distribution électrique d'ultime secours (Diesel DUS)
LNHE	Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement
LJP et LJS	Diesels de secours 690 V – Division 1-4
LQ	Limite de Quantification

M

MA / MA-VL / MA-VC	Moyennement Actif (déchets) / Moyennement Actif à Vie Longue / Moyennement Actif à Vie Courte
mCe	Mètres de colonne d'eau
MES	Matières En Suspension
MNHN	Muséum National d'Histoire Naturelle
MOX	Mélange d'Oxydes
MRAe	Mission Régionale d'Autorité environnementale
MTD	Meilleure Technique Disponible
MWe	MégaWatt électrique

N

NEP	Nettoyage En Place
NGF N	Nivellement Général de la France Normal
NGF O	Nivellement Général de la France Lallemand
NOAEL	No Observable Adverse Effect Level
NOEC	No Observed Effect Concentration (concentration sans effet observé)
NOx	Oxydes d'azote
NQE	Norme de Qualité Environnementale
NQE-CMA	Norme de Qualité Environnementale en Concentration Maximale Admissible
NQE-MA	Norme de Qualité Environnementale en
NRPB	National Radiological Protection Board (Royaume-Uni)
NTA	Acide NitriloTriAcétique

O

OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment (Bureau de l'agence californienne de protection de l'environnement traitant de la santé environnementale)
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
O ₃	Ozone

P

PA	Produit d'Activation
PAMM	Plan d'Action pour le Milieu Marin
PCB	PolyChloroBiphényles
PE / PN / PR	Statut de Protection Européenne (PE) / Nationale (PN) / Régionale (PR)
PEC	Predicted Environmental Concentration (concentration prévisible d'une substance dans l'environnement)
PEDR / PNEDR	Predicted Effect Dose Rate / Predicted No Effect Dose Rate
PF	Produit de Fission
pH	Potentiel Hydrogène
PHEd	Plus Haute Mer astronomique de coefficient 120
PHES	Plus Haute Mer de Sécurité
PI	Pièges à Iodes à charbon actif
PLAGEPOMI	PLAn de GEstion des POissons MIgrateurs
PNA	Plan National d'Action pour les espèces protégées
PNEC	Prédicte No Effect Concentration (plus forte concentration d'une substance sans risque pour l'environnement)
PNGMDR	Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs
POE	Pôle Opérationnel d'Exploitation
PPA	Plan Protection de l'Atmosphère
PPE	Programmation Pluriannuelle de l'Énergie - Outils de pilotage de la politique énergétique en France

PRSE	Plan Régional Santé Environnement
PTR	Installations – Système de traitement et de refroidissement de l'eau des piscines (îlot nucléaire)

Q

QMNA5	Débit moyen mensuel minimum de fréquence de récurrence 5 ans
-------	--

R

RCP	Réacteur Circuit Primaire
RCV	Système de contrôle chimique et volumétrique
REA	Système d'appoint en eau et en bore
REACH	« Registration, Evaluation and Authorisation of CHemicals » - Règlement de l'Union européenne adopté pour mieux protéger la santé humaine et l'environnement contre les risques liés aux substances chimiques
Réservoirs T, S et Ex	Réservoirs de recueil et de contrôle avant rejet des effluents de l'îlot nucléaire (T et S) et des eaux d'exhaure de la salle des machines (Ex)
REN	Système d'échantillonnage nucléaire
REP	Réacteur à Eau Pressurisée
REX	Retour d'EXpérience
RD	Route Départementale
RGV	Opération de Renouvellement des Générateurs de Vapeur
RIVM	Institut National de Santé Publique des Pays-Bas
RN	Radionucléide
RNM	Réseau National de Mesures
ROE	Référencement national des Obstacles à l'Écoulement
RPE	Système de purges et événements nucléaires
RRI	Installations – Système de réfrigération intermédiaire de l'îlot nucléaire
RS	Réservoir de Stockage des effluents radioactifs atmosphériques

S

SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SAP	Installations – Système de production d'air comprimé
SAR	Installations – Système de distribution d'air comprimé
SBO	Installations pour l'EPR : Station Black Out (Diesels d'ultime secours)
SDA – SDB - SDC	Installations – Système de production d'eau déminéralisée
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDC	Salle De Commande
SDM	Salle Des Machines
SDP	Station De Pompage
SDS	Installations – Système de production d'eau déminéralisée par Dessalement
SEA	Installations – Système d'eau à déminéraliser
SEC	Installations – Système d'eau brute secourue
SED	Installations – Système de distribution d'eau déminéralisée non conditionnée, pH neutre
SEF	Installations – Système de préfiltration de l'eau brute
SEH	Installations – Système de recueil des eaux huileuses
SEK	Installations – Système de recueil et rejet des effluents du circuit secondaire
SEN	Installations – Système d'eau brute de réfrigération SRI
SEO	Installations – Système de recueil des eaux perdues à l'égout
SEP	Installations – Système de distribution d'eau potable
SER	Installations – Système de distribution d'eau déminéralisée conditionnée pH basique
SIG	Système d'Information Géographique
SOx	Oxydes de soufre
SRCE	Schéma Régional de Cohérence Écologique
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires
SRI	Installations – Système de réfrigération des auxiliaires conventionnels

SRU	Installations – Circuit d'eau brute ultime
SDD	Species Sensitivity Distribution
STE	Station de Traitement des Effluents
STEP	STation d'ÉPuration

T

TAC	Installations – Turbine à Combustion
TBTS	Très Basse Teneur en Soufre
TEG	Installations – Système de traitement des effluents gazeux
TEP	Installations – Système de traitement des effluents liquides primaires
TER	Installations – Système de réservoirs complémentaires de santé (effluents) (réservoirs S)
TES	Installations – Système de traitement des Effluents Solides
TEU	Installations – Système de traitement des effluents liquides usés
TF	Tambour Filtrant
TFA	Très Faiblement Actif (déchets)
THE	Très Haute Efficacité
THM	TriHaloMéthanes
TOL	Tritium Organiquement Lié
TPA	Installations – Turbo-Pompe Alimentaire
TRI	Système de réfrigération intermédiaire du BTE

U

UF	UltraFiltration
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNE	Uranium Naturel Enrichi
URT	Uranium de ReTraitement
US EPA	United States Environmental Protection Agency

V

VD	Visite Décennale
VRD	Installations - Voirie et Réseau Divers
VTR	Valeur Toxicologique de Référence

X

XCA	Installations – Système de production de vapeur auxiliaire par chaudière électrique
-----	---

Z

ZDC	Zone à Déchets Conventionnels
ZER	Zone à Émergence Réglementée
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique
ZppDN	Zone à production possible de Déchets Nucléaires
ZPS	Zone de Protection Spéciale
ZSC	Zone Spéciale de Conservation



Résumé non technique de l'Etude d'Impact

Dossier de demande de mise
en service du réacteur EPR
Flamanville 3

Mai 2021



ÉTUDE D'IMPACT

- Résumé non technique -

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

0.	PREAMBULE	5
1.	OBJECTIFS ET CONTENU DE L'ÉTUDE D'IMPACT.....	5
2.	DESCRIPTION DU PROJET.....	8
3.	AIR ET FACTEURS CLIMATIQUES	15
4.	EAUX DE SURFACE	18
5.	SOLS ET EAUX SOUTERRAINES	24
6.	RADIOECOLOGIE	26
7.	BIODIVERSITE	30
8.	POPULATION ET SANTE HUMAINE	34
9.	ACTIVITES HUMAINES.....	39
10.	GESTION DES DECHETS.....	43
11.	INCIDENCES CUMULEES	46
12.	SITES NATURA 2000	48
13.	CONCLUSION	50
14.	AUTEURS	51

0. PREAMBULE

CONSEIL AU LECTEUR

Ce résumé non technique fait la synthèse du contenu de l'étude d'impact. Les sujets sont traités dans le même ordre que celui de l'étude d'impact.

Le lecteur soucieux d'approfondir tel ou tel sujet pourra se reporter au paragraphe correspondant de l'étude d'impact.

1. OBJECTIFS ET CONTENU DE L'ÉTUDE D'IMPACT

L'étude d'impact est une analyse qui a pour but d'apprécier, d'évaluer et de mesurer les incidences directes et indirectes, à court, moyen et long terme, d'un projet sur le milieu naturel, la santé humaine et les activités humaines.

Ce document constitue le **Résumé Non Technique** de l'étude d'impact élaborée dans le cadre du dossier de Demande de Mise En Service de **l'Installation Nucléaire de Base** (INB) n° 167 qui correspond au réacteur 3 du site de Flamanville.

Le contenu de l'étude d'impact est fixé par l'article R. 122-5 du code de l'environnement. Pour les **Installations Nucléaires de Base** (INB), le contenu de l'étude d'impact est complété conformément aux dispositions réglementaires de l'article R. 593-17 du code de l'environnement.

En France, les installations industrielles mettant en œuvre des radionucléides dénommées « **Installations Nucléaires de Base** » (INB) relèvent d'un régime spécifique d'autorisations. Celles-ci sont contrôlées par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), au nom de l'État français.

Conformément aux dispositions de l'article R. 593-29 du code de l'environnement, « La **mise en service** d'une installation nucléaire de base correspond à la première mise en œuvre de substances radioactives dans l'installation ou à la première mise en œuvre d'un faisceau de particules ».

L'étude d'impact comprend :

- un résumé non technique ;
- une description du projet et de ses interactions avec l'environnement ainsi que les raisons de son choix ;
- pour les différents facteurs de l'environnement susceptibles d'être affectés par le projet à savoir l'air et le climat, les eaux de surface, les sols et les eaux souterraines, la radioécologie, la biodiversité, la population et la santé humaine, les activités humaines et la gestion des déchets, seront décrits successivement :
 - une description de l'état actuel de l'environnement et un aperçu de son évolution probable en l'absence de mise en œuvre du projet ;
 - une analyse des incidences des interactions avec l'environnement ;
 - les mesures retenues par EDF pour surveiller les prélèvements d'eau ou rejets liés au fonctionnement du site ainsi que leurs effets sur l'environnement ;
 - les mesures prises par EDF pour éviter et réduire les incidences négatives, et compenser, le cas échéant, les incidences sur l'environnement, qui n'ont pu être ni évitées, ni suffisamment réduites, ainsi que les modalités de suivi associées. Ces mesures sont définies sur la base des meilleures techniques disponibles et sélectionnées puis mises en œuvre en fonction de leur performance environnementale, leur faisabilité technico-économique ou encore leur degré de maturité industrielle ;
 - la description des méthodes utilisées pour identifier et évaluer les incidences sur l'environnement ;
- une analyse des incidences cumulées du projet avec d'autres projets existants ou approuvés ;
- une évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 ;
- une conclusion ;
- les auteurs de l'étude d'impact.

Démarche Éviter, Réduire, Compenser : des mesures doivent être prévues par l'exploitant pour éviter les effets négatifs notables d'un projet sur l'environnement et sur la santé humaine, et réduire les effets qui n'ont pas pu être évités. Enfin, des mesures doivent être prises le cas échéant pour compenser les effets qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits.

Les interactions entre les différents facteurs de l'environnement étudiés sont principalement prises en compte dans l'analyse des incidences du projet sur la biodiversité et la santé humaine. En effet, les scénarios d'exposition considèrent plusieurs voies de transfert liées aux différents milieux récepteurs.

Par ailleurs, les bilans des suivis hydrologiques et radiologiques de l'environnement décrits respectivement au [Chapitre 4](#) et au [Chapitre 6](#) apportent une vision globale et agrégée de l'effet des rejets sur les différents milieux récepteurs ou leurs composantes.

La vulnérabilité du projet/site à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs et la vulnérabilité au changement climatique est traitée dans l'étude de maîtrise des risques, constituant une des Pièces du Dossier de Mise En Service (DMES).



Site de Flammanville

2.

DESCRIPTION DU PROJET

L'étude d'impact est réalisée dans le cadre de la mise en service du réacteur 3 de type EPR (Evolutioned Pressurized Reactor) mais dans la mesure où plusieurs installations sont communes aux réacteurs existants 1-2 et à l'EPR, l'ensemble du site est décrit en dissociant le cas échéant, les spécificités de l'EPR.

PRESENTATION DU SITE DE FLAMANVILLE

■ Localisation

Le site de Flamanville est situé au bord de la Manche, au pied des falaises granitiques au nord-ouest de la presqu'île du Cotentin, dans le département de la Manche, en région Basse-Normandie. Il a été constitué par déroctage partiel de la falaise coté Est et remblaiement sur la mer côté Ouest. Il représente 120 ha, dont la moitié en emprise sur la mer.

Le site se trouve sur le territoire de la commune de Flamanville, canton de Les Pieux, dans le département de la Manche. La ville de Cherbourg est à 21 km au nord-est et la ville de La Hague est à 15 km au Nord.



Localisation du site de Flamanville

■ **Fonctionnement du site**

Le site de Flamanville est constitué des réacteurs nucléaires 1 et 2 actuellement en exploitation qui constituent le Centre Nucléaire de Production d'Électricité (CNPE) de Flamanville, et du réacteur 3 (EPR). Le CNPE comprend actuellement deux réacteurs nucléaires de conception identique, de type à eau sous pression, d'une puissance de 1300 MWe chacun, refroidis en circuit ouvert à l'eau de mer (INB n° 108 et INB n° 109). Les mises en service industrielles des deux réacteurs de la centrale nucléaire de Flamanville ont eu lieu en décembre 1985 pour le réacteur 1 et juillet 1986 pour le réacteur 2.

Le réacteur 3 du site de Flamanville constitue une Installation Nucléaire de Base (INB). La création du réacteur 3 de type EPR (Evolutioned Pressurized Reactor) qui constitue l'INB n° 167, sur le site Flamanville, a été autorisée par le décret n° 2007-534 du 10 avril 2007 modifié. L'EPR est un réacteur à fission à eau pressurisée d'une puissance électrique de 1675 MWe net.

■ **Fonctionnement d'une centrale nucléaire**

Quel que soit le type de centrale, thermique ou nucléaire, le mode de production d'énergie est toujours le même : un combustible produit de la chaleur, puis cette chaleur est utilisée pour fabriquer de la vapeur, qui entraîne une turbine et un alternateur électrique.

Dans une centrale thermique classique, la chaleur provient de la combustion du charbon ou du fioul. Dans un CNPE, elle provient de la **fission** de matière fissile, par exemple l'uranium.

Les trois réacteurs du site de Flamanville sont du type « réacteur à eau pressurisée ». Le fonctionnement d'un réacteur nucléaire à eau pressurisée s'articule autour de trois circuits indépendants et étanches les uns par rapport aux autres (voir schéma ci-dessous).

L'uranium est un élément constitué d'atomes lourds. Ces atomes possèdent un noyau capable de se casser en deux noyaux plus petits sous l'impact d'un neutron. Ce phénomène est appelé **fission nucléaire**. La fission s'accompagne d'un grand dégagement d'énergie et en même temps de la libération de deux ou trois neutrons.

- **Circuit primaire** : le circuit primaire est un circuit fermé, installé dans une enceinte étanche en béton, qui constitue le bâtiment réacteur. Ce circuit **sert à transporter la chaleur depuis le cœur du réacteur** : le fluide contenu dans ce circuit est appelé fluide caloporteur (« qui porte la chaleur »).
- **Circuit secondaire** : le circuit secondaire **sert à produire la vapeur** : il contient l'eau qui, transformée en vapeur, va entraîner la turbine de l'alternateur et produire de l'électricité....
- **Circuit de refroidissement** : le circuit de refroidissement **sert à évacuer la chaleur** et peut être de deux types : ouvert ou fermé. Pour le site de Flamanville, chaque réacteur est équipé d'un circuit de refroidissement du condenseur de type ouvert. L'eau est prélevée dans un canal d'aménée. Après filtration, l'eau circule dans les tubes du condenseur où elle se réchauffe. L'eau est ensuite intégralement restituée à la mer.

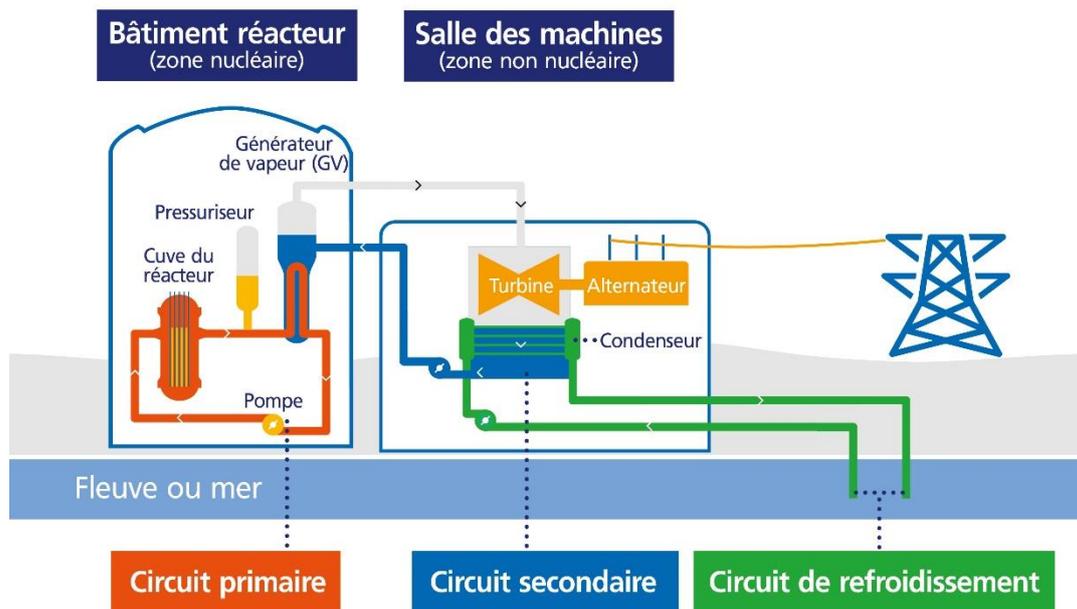


Schéma de fonctionnement d'un réacteur à eau pressurisée refroidie en circuit ouvert (© EDF 2020)

INTERACTIONS DU SITE DE FLAMANVILLE AVEC L'ENVIRONNEMENT

■ Prélèvement et consommation d'eau

Pour satisfaire ses besoins en eau, le site de Flamanville a recours à trois sources distinctes : l'eau de mer de la Manche, l'eau des trois rivières Grand Douet, Petit Douet et La Diélette et l'eau potable du réseau urbain.

- **L'eau de mer de la Manche** est prélevée via un canal d'amenée et une station de pompage pour alimenter en eau brute les circuits de refroidissement de chacun des condenseurs des trois réacteurs du site. Ces circuits de refroidissement fonctionnent en circuits dit « ouverts » : l'eau prélevée en mer est ainsi intégralement restituée au milieu via des galeries de rejets en mer. Elle alimente également la **station de dessalement**.
- **L'eau des trois rivières Grand Douet, Petit Douet et La Diélette**, est utilisée pour alimenter la **station de déminéralisation**, pour l'alimentation en eau du réseau de lutte contre l'incendie du site et pour divers usages industriels.

La **station de déminéralisation** permet de produire l'eau déminéralisée à partir de l'eau douce prélevée dans les trois rivières (**Grand Douet, Petit Douet et La Diélette**) pour alimenter le circuit primaire et le circuit secondaire de chacun des trois réacteurs.

La **station de dessalement** permet de produire l'eau déminéralisée à partir de l'eau prélevée en mer, pour alimenter le circuit primaire et le circuit secondaire de chacun des trois réacteurs

L'eau potable du réseau public distribuée par la communauté de commune de Les Pieux est utilisée principalement notamment pour les besoins sanitaires du personnel et pour l'alimentation des laveries.

■ Rejets d'effluents radioactifs liquides et à l'atmosphère

Le réacteur nucléaire est le siège de la formation de substances radioactives (radionucléides) dont une infime partie se retrouve dans les effluents. Ces effluents font l'objet d'une surveillance, d'un traitement et/ou d'un entreposage avant d'être rejetés par voie liquide ou atmosphérique.

Les rejets d'effluents radioactifs liquides des trois réacteurs s'effectuent via les galeries de rejet en mer des réacteurs 1 et 2, qui aboutissent à environ 500-600 m du rivage.

Les rejets d'effluents radioactifs par voie atmosphérique s'effectuent par les cheminées situées sur les bâtiments des auxiliaires nucléaires.

Quelle que soit la voie de rejet, les effluents radioactifs atmosphériques ou liquides produits sont collectés de façon sélective avant d'être orientés vers les systèmes de traitement appropriés.

Les cinq catégories de radionucléides rejetées sont :

- **Le carbone 14** : produit essentiellement par activation de l'oxygène 17 et de l'azote 14 dissous dans l'eau du circuit primaire, ainsi que par l'**activation** de l'oxygène 17 présent dans le combustible. Seule une faible partie du carbone 14 initialement présent dans les circuits sous forme liquide se retrouve dans les rejets d'effluents liquides, l'autre partie ayant été retenue par les systèmes de traitement

L'activation neutronique est l'action de rendre radioactif un ou plusieurs éléments contenus dans une substance en soumettant celle-ci à une irradiation due à un flux de neutrons.

Le **carbone 14** rejeté sous forme gazeuse provient principalement du dégazage de l'eau primaire.

- **Le tritium** : produit par fission dans les crayons du combustible et par activation neutronique du bore 10 et du lithium 6 présente dans l'eau primaire du fait du conditionnement de cette eau par de l'acide borique et la lithine, le tritium est confiné en quasi-totalité dans le crayon combustible. L'utilisation de lithium enrichi en lithium 7 permet aussi de limiter l'activation neutronique du lithium 6.
- **Les gaz rares** : produits par fission, ils restent majoritairement confinés dans les crayons du combustible mais une faible quantité peut toutefois migrer dans l'eau du circuit primaire en présence d'inétanchéité du gainage du crayon et se retrouver ainsi dans les effluents radioactifs gazeux qui sont rejetés à l'atmosphère après décroissance radioactive suffisante dans des réservoirs d'entreposage.
- **Les iodes** : produits par fission, ils restent majoritairement confinés dans le crayon combustible mais une faible quantité peut toutefois migrer dans l'eau du circuit primaire. Les iodes présents dans les effluents radioactifs liquides sont piégés efficacement par les systèmes de traitement et leurs périodes radioactives courtes font qu'ils disparaissent rapidement.
- **Les autres Produits de Fission ou d'Activation (PF/PA) émetteurs bêta ou gamma** : sont produits par fission (ex : césiums 134 et 137 qui restent confinés dans le crayon mais peuvent migrer pour les raisons citées ci-dessus), ou par activation (ex : cobalts 58 et 60, le manganèse 54, l'antimoine 124). Les « autres PF/PA » présents sous forme d'aérosols dans les effluents atmosphériques sont traités par décroissance radioactive dans les réservoirs d'entreposage et/ou retenus par passage sur des pièges à iodes (charbon actif) et sur des filtres à très haute efficacité. Dans les effluents liquides, les « autres PF/PA » sont retenus en grande partie par les systèmes de traitement (filtres ou résines) du circuit de purification en continu de l'eau du circuit primaire et du circuit de traitement des effluents

■ Rejets d'effluents chimiques liquides et à l'atmosphère

Le fonctionnement d'un site nécessite l'utilisation de substances chimiques et génère des **rejets d'effluents chimiques par voie liquide** (issus des substances liées au conditionnement des circuits, de la station de déminéralisation, la station de dessalement et de la station d'épuration ainsi que du **traitement biocide**) et, dans une moindre mesure, **des rejets par voie atmosphérique** (issus du fonctionnement des circuits et des équipements).

Pour assurer la protection contre la **corrosion** du circuit secondaire, le site de Flamanville conditionne actuellement l'eau qui circule dans ce circuit à l'éthanolamine. Un conditionnement avec de l'ammoniaque est utilisé pour le conditionnement de l'eau d'appoint (SER) des circuits.

Ainsi, les substances chimiques présentées ci-après prennent en compte la possibilité de ces deux conditionnements.

Les principales substances chimiques rejetées par voie liquide et à l'atmosphère sont présentées ci-après.

Sur les CNPE dotés de circuits de refroidissement, de type ouvert, alimentés par de l'eau de mer, **un traitement biocide** est mis en œuvre afin de limiter le développement d'organismes colonisateurs dans les stations de pompage.

Ces traitements sont réalisés par injection de chlore actif, produit *in situ* par un procédé d'électrolyse du chlorure de sodium contenu dans l'eau de mer, appelé électrochloration.

• Effluents chimiques à l'atmosphère

- **Gaz d'échappement** : issus des essais périodiques des groupes électrogènes de secours et de la turbine à combustion du site, ils contiennent principalement des oxydes de soufre et d'azote.
- **Ammoniaque, éthanolamine** : proviennent du conditionnement du circuit secondaire lors des phases d'arrêt de réacteur lorsque que la vapeur du circuit secondaire est déchargée à l'atmosphère pour contourner la turbine.

• Effluents chimiques liquides

Les effluents liquides chimiques (sauf eaux pluviales, effluents de la station d'épuration et effluents de la station de production d'eau déminéralisée) sont collectés dans des réservoirs d'entreposage où ils sont traités et contrôlés avant rejet en mer.

Les substances chimiques rejetées par voie liquide sont les suivantes :

- **Sodium et chlorures** : déjà naturellement présents dans le milieu marin.
- **Produits anti-incrustants** : proviennent du traitement de l'installation de dessalement (SDS), qui a pour rôle de filtrer et de déminéraliser l'eau de mer. L'injection de produits anti-incrustants est réalisée pour empêcher la précipitation des composés, en profondeur dans les membranes d'osmose. Ils sont de deux types : AQUAPROX TD2100 et AQUAPROX MTN 5110.
- **Acide borique et lithine** : produits de conditionnement du circuit primaire, ils permettent de contrôler la réaction nucléaire et de limiter la corrosion des matériaux.
- **Hydrazine** : injectée dans les circuits primaire et secondaire, elle permet de limiter l'oxygène dissous dans l'eau des circuits pour minimiser la corrosion des matériaux métalliques.
- **Détergents** : utilisés pour les opérations d'exploitation courantes telles que le lavage des tenues utilisées en zone nucléaire et le lavage du sol.
- **Éthanolamine** : produits de conditionnement du circuit secondaire.
- **Ammonium, nitrates et nitrites** : proviennent de l'utilisation de produits azotés pour le conditionnement des circuits (hydrazine, ammoniaque, éthanolamine) et des effluents de la station d'épuration du CNPE.

- **Métaux** : issus de la corrosion des circuits primaires et secondaires. Cette corrosion se traduit par des rejets contrôlés de plomb, aluminium, fer, manganèse, cuivre, chrome, nickel et zinc.
- **Sulfates** : proviennent de la production d'eau déminéralisée à partir de la station de déminéralisation.
- **Phosphates** : issus du conditionnement de circuits de refroidissement intermédiaires et des effluents de la station d'épuration.
- **DCO** : représente la quantité de dioxygène nécessaire à l'oxydation de la matière organique et des substances minérales oxydables présentes dans l'eau. Les rejets de DCO proviennent des réservoirs T, S et Ex et de la station d'épuration (STEP).
- **DBO₅** : matière organique contenue dans l'eau épurée issue de la STEP.
- **MES** : matières solides insolubles présentes dans l'eau qui sont retenues par un filtre de seuil de coupure 0,45 µm. Les rejets de MES proviennent des réservoirs T, S et Ex, du prétraitement de l'eau de la station de déminéralisation et de la station de dessalement (SDS), et de la station d'épuration.
- **Oxydant résiduels, bromoformes** : issus du traitement biocide par électrochloration.

■ Rejets thermiques

Le refroidissement des condenseurs du site de Flamanville est réalisé avec l'eau de mer de la Manche, les rejets thermiques sont encadrés par la réglementation (Décision n° 2018-DC-0639 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les valeurs limites de rejet dans l'environnement des effluents des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville) qui limite l'échauffement (écart entre la température au niveau de la prise d'eau et celle au niveau des rejets), la température au rejet (ou température de l'eau de mer à la sortie des galeries de rejet) et la température de l'eau de mer à 50 m des rejets.

■ Restitution de sédiments

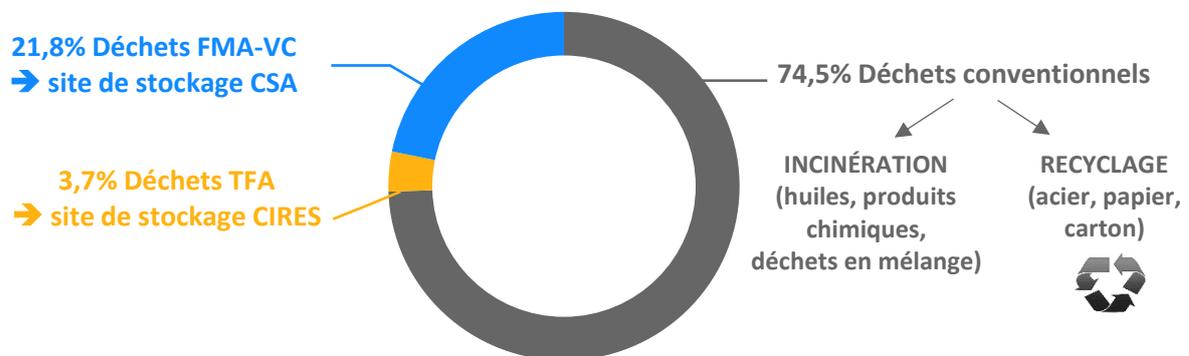
Des sédiments provenant du canal d'amenée s'accumulent dans les fosses situées à l'entrée de la station de pompage. Des opérations d'entretien de dessablage sont nécessaires pour libérer ces fosses, elles peuvent être réalisées à l'arrêt de réacteur ou hors arrêt de réacteur, les sédiments sont restitués en mer (dragage hydraulique ou mécanique et évacuation des sédiments par transport maritime vers un site d'immersion (clapage en mer)).

■ Production de déchets

L'exploitation du site de Flamanville génère deux types de déchets : conventionnels et radioactifs.

Les **déchets radioactifs** sont issus notamment du traitement des effluents radioactifs (exemple : filtres, charbons actifs, concentrat d'évaporation, filtres à eau, résines échangeuses d'ions, boues), des opérations de maintenance courante (exemple : pièces mécaniques actives rebutées, déchets de linge), des opérations de manutention du combustible (exemple : grappes, étuis de crayon, squelettes d'assemblage)

Les **déchets conventionnels** sont des déchets produits dans des zones ne contenant aucune substance radioactive, ils sont composés de déchets inertes (gravats, terre...), de déchets non dangereux non inertes (bois, emballages, papier, carton, verre, plastique, et métaux...), et de déchets dangereux (bétons pollués, peintures, déchets hydrocarburés, amiante...).



Proportions des masses de déchets issus de l'exploitation du réacteur 3 et exutoires correspondants

■ Émissions sonores et vibratoires

Le site de Flamanville a fait l'objet d'une campagne de mesure des émissions sonores réalisée en 2017 qui montre que les niveaux sonores mesurés sont conformes aux objectifs fixés par la réglementation.

Le site de Flamanville est susceptible de générer des vibrations liées à ses activités industrielles (machines tournantes, engins de chantier, transports...) mais celles-ci restent localisées à l'intérieur du site.

Les sources principales du réacteur 3 sont les extracteurs installés en toiture de la salle des machines et la cheminée du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (HN).

L'ajout du réacteur n°3 contribue à une augmentation du niveau sonore d'environ 3 dBA sur le site.

■ Usage des terres

Le site de Flamanville occupe une surface de 120 hectares qui constitue une zone sur laquelle est implantée une activité industrielle.

■ Autres interactions

Le site de Flamanville présente d'autres interactions avec son environnement : odeurs (générées par exemple par la STEP) non perceptibles à l'extérieur du site, émissions lumineuses essentiellement liées à l'éclairage de sécurité du site, trafic routier et consommation d'énergie (faible car la consommation en énergie électrique liée au réacteur 3 représente moins de 0,1 % de la production électrique du site de Flamanville).

3.

AIR ET FACTEURS CLIMATIQUES

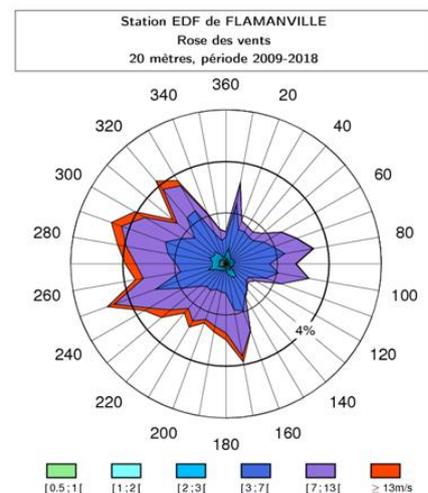
SCENARIO DE REFERENCE

■ Climat

Selon Météo-France, la région de Flamanville est soumise à un climat océanique. Les moyennes mensuelles de température à Flamanville oscillent entre 6,8°C en janvier et 17,0°C en août ; il a plu environ un jour sur trois sur la période [2009-2018], et les vents sont majoritairement de secteur ouest, sud et nord-est.

■ Qualité de l'air

La qualité de l'air aux alentours du site est bonne.



INCIDENCES DU SITE

■ Incidences sur le climat

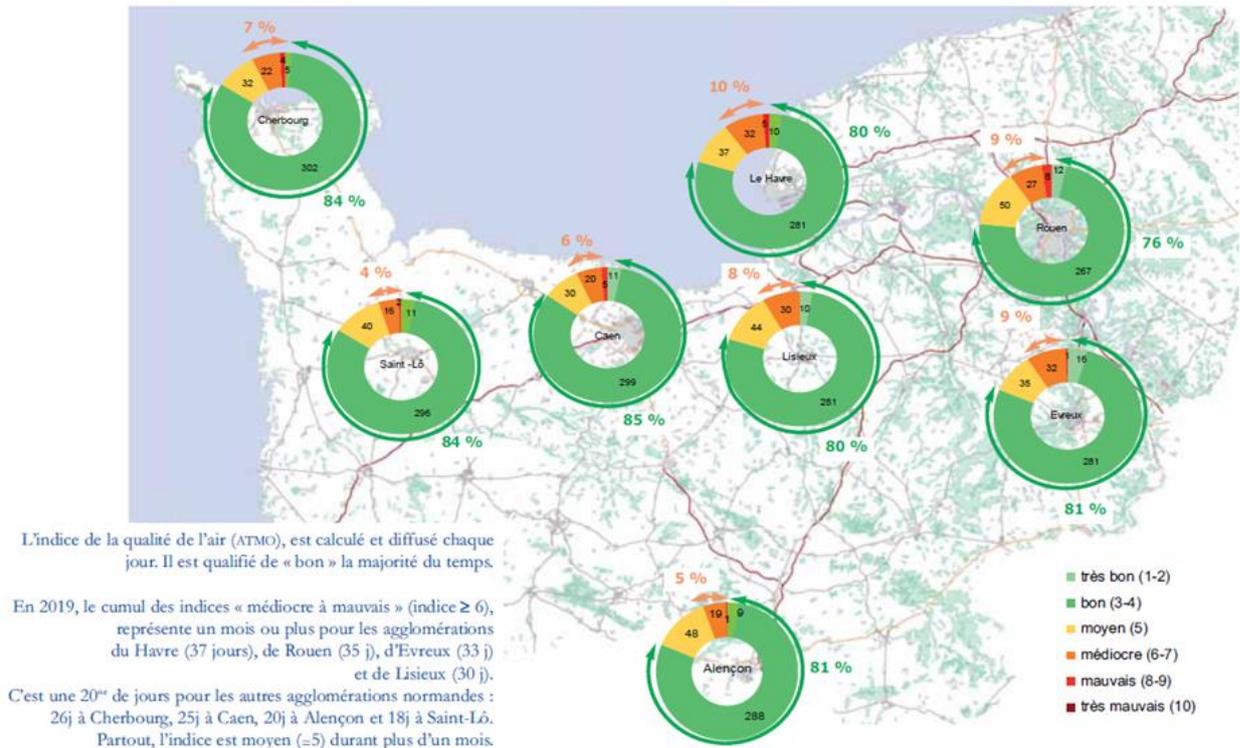
La production d'électricité d'origine nucléaire génère très peu de CO₂ à l'atmosphère, principal Gaz à Effet de Serre (GES).

L'incidence de l'exploitation du site de Flamanville sur le climat peut être considérée comme négligeable.

■ Incidences sur la qualité de l'air

L'article R. 221-1 du code de l'environnement définit des normes de qualité de l'air dont l'objectif est « d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ». Ces normes visent les substances atmosphériques présentes dans l'air ambiant extérieur qui représentent un enjeu pour la qualité de l'air : les oxydes de soufre et d'azote, l'ozone, le monoxyde de carbone, les particules, le plomb, le benzène et les métaux lourds. Ces substances sont principalement présentes dans les agglomérations, en raison de la concentration du trafic et de différentes activités humaines (chauffage et émissions industrielles).

L'évaluation des incidences sur la qualité de l'air des rejets à l'atmosphère du site de Flamanville, réalisée pour les substances réglementées par une norme de qualité de l'air (telles que le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre ou le monoxyde de carbone) et dont les rejets sont quantifiés, ne montre pas d'influence du site sur la qualité de l'air. Concernant les substances non réglementées par une norme de qualité de l'air (telles que le formol, l'ammoniac, l'éthanolamine), leurs concentrations dans l'environnement n'engendrent pas d'effet sur la qualité de l'air.



Répartition des indices ATMO en nombre de jours pour les grandes agglomérations Normandes [Année 2019]

SURVEILLANCE

Une surveillance météorologique est effectuée par le site de Flamanville au moyen d'une station automatique (acquisition des mesures de pression, température, humidité relative et pluviométrie) et d'un sondeur acoustique (mesures de direction, de vitesse du vent et de turbulence en altitude).

Les rejets d'effluents chimiques à l'atmosphère font l'objet d'une estimation annuelle, jointe au rapport annuel de surveillance de l'environnement.

Ci-contre, exemples de matériel pour la mesure de la pluviométrie, de la température et du vent © EDF



MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

Des mesures ont été prises par le site de Flamanville pour limiter les émissions de gaz à effet de serre et le réchauffement climatique liés au transport du personnel.

Concernant le transport du personnel, le site de Flamanville est également inscrit dans le programme de mobilité électrique du groupe EDF « EV100 » et a, à ce titre, installé des bornes de recharge électrique sur ses parkings.



4.

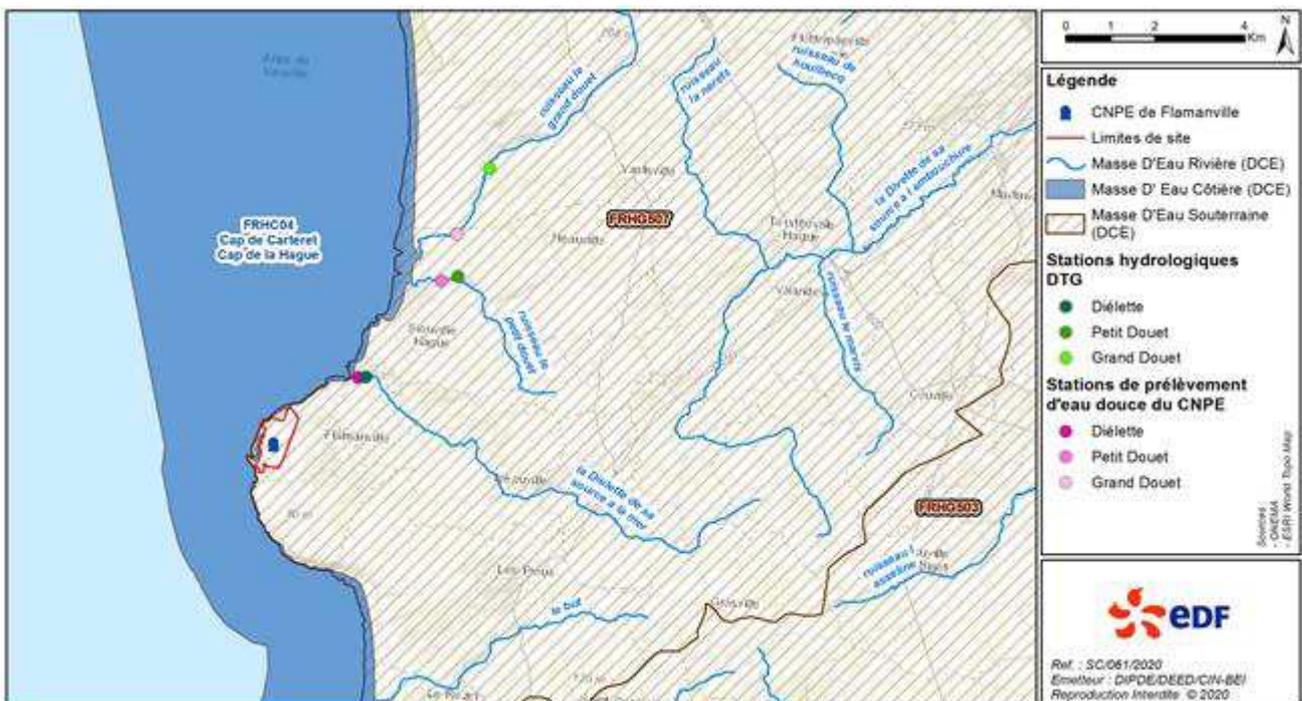
EAUX DE SURFACE

SCENARIO DE REFERENCE

■ Hydrologie

À Flamanville, la marée est de type semi-diurne. Les courants de marée sont globalement dirigés vers le Pas-de-Calais et la Mer du Nord, mais, aux alentours du Cotentin, les courants peuvent avoir des trajectoires oscillantes ou circulaires appelées « gyres ». Aux abords du site, la vitesse maximale de courant de marée de vive-eau moyenne est de 2,5 nœuds. La houle maximale annuelle est de 6,1 m.

Le réseau hydrographique continental régional est dense et fragmenté.



Aux abords du site, on recense quatre petits fleuves côtiers :

La Diélette est un petit fleuve côtier court de 12,6 km de linéaire et de débit moyen annuel 0,554 m³/s. Il prend sa source dans les collines de Grosvilles, près du lieu-dit La Comanderie et se jette dans la Manche dans le port de Diélette à environ 1,5 km au nord du site.

Le Petit Douet est un petit fleuve côtier très court de 5,2 km de linéaire et de débit moyen annuel 0,163 m³/s. Il prend sa source à Héauville et se jette dans la Manche au nord de Siouville-Hague, à environ 4 km au nord du site.

Le Grand Douet est un petit fleuve côtier court de 10,1 km de linéaire et de débit moyen annuel 0,301 m³/s. Il est issu du ruisseau des Sablons et se jette dans la Manche au nord de Siouville-Hague, à environ 5 km au nord du site.

Le But est un petit fleuve côtier court de 7,7 km de linéaire qui prend sa source au manoir du But sur la commune de Saint-Germain-le-Gaillard. Il se jette dans la Manche dans l'anse de Sciottot, à environ 5 km au sud du site de Flamanville.

Le site réalise ses prélèvements d'eau douce dans les trois ruisseaux le Petit Douet, le Grand Douet ou la Diélette.

■ Régime thermique

La température de la mer présente une variation saisonnière avec une température moyenne en août de 17,9°C (mois le plus chaud) et de 9°C en février (mois le plus froid), et des extrêmes mesurés variant de 6,5°C à 19,4°C (période [1988-2019]).

■ Qualité écologique et chimique

À l'échelle de la masse d'eau côtière « Cap de Carteret – Cap de La Hague », l'état écologique est bon tandis que l'état chimique est mauvais. En ce qui concerne la qualité écologique et chimique de la Manche à l'échelle du secteur de Flamanville, les mesures chimiques, physico-chimiques et biologiques réalisées sur la période [2010-2019], traduisent des caractéristiques typiques d'un écosystème côtier de la Manche.

La masse d'eau continentale « la Diélette de sa source à la mer » est en état écologique moyen et en bon état chimique.

La masse d'eau continentale « ruisseau le Grand Douet » est en bon état écologique et en état chimique mauvais.

La masse d'eau continentale « ruisseau le Petit Douet » est en état écologique et chimique moyen.

■ Hydromorphologie et transport solide

Les fonds aux abords du site sont peu profonds, faiblement inclinés et accidentés. Les sédiments sont majoritairement composés de graviers sableux. La zone située au droit du site de Flamanville, exposée aux houles, est néanmoins composée de roche vers la côte. Plus au large le secteur est moins exposé à la houle et est composé de graviers sableux.

Le canal d'aménée du site de Flamanville est également majoritairement composé de graviers sableux. On peut toutefois noter une évolution granulométrique entre l'amont du canal (entrée sur la Manche) et l'aval (fond du canal) avec des sédiments plus grossiers à l'amont qu'à l'aval.

INCIDENCES DU SITE

■ *Sur l'hydrologie*

L'eau pompée dans la Manche pour alimenter les circuits de refroidissement des condenseurs des trois réacteurs du site et pour alimenter l'installation de dessalement, est intégralement et rapidement restituée en mer. Les prélèvements d'eau en mer du site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés), rapidement restitués en intégralité dans le milieu, n'ont pas d'incidence sur les écoulements et la continuité écologique.

Les prélèvements d'eau douce effectués dans les trois cours d'eau côtiers (Petit Douet, Grand Douet et La Diélette) par le site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) sont réalisés en respectant les débits réservés, afin de permettre de garantir un débit minimum biologique, et maintenir la circulation et la reproduction des espèces dans ces trois cours d'eau concernés. Les ouvrages associés à ces prélèvements d'eau douce ne constituent par ailleurs pas des obstacles à la continuité écologique.

À noter que le débit réservé¹ du Petit Douet est fixé à 16 L/s et que le site prend toutes les dispositions nécessaires pour respecter ce débit en aval des points de prélèvement. Les prélèvements d'eau douce sont réduits du fait de la mise en service de l'installation de dessalement (qui permet de produire l'eau déminéralisée à partir de prélèvement d'eau de mer).

■ *Sur la température des eaux de surface*

L'incidence des rejets thermiques sur les eaux de surface est localisée (au regard de la masse d'eau réceptrice) du fait de la forte capacité de dilution liée aux courants de marée dans la zone des rejets.

Elle concerne principalement la surface, les zones plus profondes n'étant pas impactées de manière notable.

■ *Sur la qualité des eaux de surface*

L'analyse rétrospective de l'ensemble des mesures réalisées dans l'environnement du site sur la chimie, la physico-chimie et les différents compartiments biologiques ne met pas en évidence d'incidence notable sur l'écosystème marin lié au fonctionnement du site de Flamanville.

L'analyse des rejets chimiques liquides en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'impact environnemental notable sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

↘ METHODE D'EVALUATION

L'analyse des incidences des rejets d'effluents chimiques liquides sur la qualité des eaux de surface est effectuée :

- à partir des résultats de la surveillance chimique et hydroécologique du milieu, effectuée autour du CNPE en zone d'influence et hors zone d'influence du site sur la période [2010-2019] ;
- à partir d'une évaluation substance par substance basée sur la comparaison des concentrations calculées dans le milieu avec des valeurs de référence (seuils, valeurs-guides, données écotoxicologiques...).

¹ Débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces dans le cours d'eau.

■ Sur la morphosédimentologie

Le site de Flamanville effectue régulièrement des opérations de dragage des sédiments du canal d'amenée.

Deux techniques de dragage et deux voies de rejets sont envisagées :

- Utilisation d'une drague aspiratrice et rejets des sédiments par les bassins de rejet des réacteurs 1 et 2 et du réacteur EPR.



© EDF

- Dragage hydraulique ou mécanique et évacuation des sédiments par transport maritime vers un site d'immersion (clapage en mer).



© EDF

Dans ce cas, 2 zones de clapage sont possibles :

- La zone C3, située à 5,3 km nord-ouest du site de Flamanville.
- La zone C4, située à 4,8 km au sud-ouest du site.

L'impact des rejets de sédiments en mer sur la qualité des eaux marines est négligeable, leur composition respectant les niveaux de référence (seuils N1 de l'arrêté du 9 août 2006 modifié) ou étant comparable au bruit de fond environnemental.

Aucun impact à moyen et long terme n'est produit sur la nature des fonds, la qualité des eaux marines et la biologie marine.

Une surveillance de la granulométrie et de la composition physico-chimique du sédiment est également effectuée en amont de toutes les opérations de dragage (conformément à la décision n° 2018-DC-0640 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville). Ce contrôle vise à s'assurer que les rejets ne se sont pas de nature à impacter la faune et la flore. De même, un suivi des zones de clapage est effectué après chaque opération de clapage en mer.

SURVEILLANCE



Le site de Flamanville met en œuvre :

- Un programme de surveillance de ses prélèvements d'eau via des dispositifs de mesure et/ou calcul permettant de déterminer les débits et les volumes prélevés dans les différents milieux de prélèvements.
- Un programme de surveillance des rejets des réservoirs réglementaires T, S et Ex est mis en œuvre à partir de préleveurs automatiques installés sur les bassins de rejets. Les échantillons issus de ces prélèvements sont analysés dans un laboratoire de contrôle des effluents du site.

Le site de Flamanville met également en œuvre une surveillance des rejets chimiques issus de ses autres installations (ex : installations de production d'eau déminéralisée, installation d'électro-chloration, station d'épuration).

La surveillance des rejets thermiques est basée sur des mesures de température au niveau de la prise d'eau et dans les bassins de rejet et sur la vérification par calcul du respect des valeurs limites réglementaires.

Le site de Flamanville réalise également une surveillance du milieu aquatique qui consiste en un suivi chimique et un suivi écologique (suivi des paramètres physico-chimiques et biologiques) :

- pour la surveillance chimique, l'objectif est de « connaître la concentration dans l'eau des substances chimiques rejetées par la centrale nucléaire » ;
- pour la surveillance écologique, l'objectif est de « suivre l'évolution naturelle du milieu récepteur afin de déceler une évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement de la centrale ».



Sur l'estran rocheux, Algues brunes : Fucus serratus

La surveillance de l'environnement marin du site de Flamanville est réalisée par l'**IFREMER**. Cette surveillance a débuté en 1983. Elle repose sur un suivi saisonnier (printemps, été, automne) des différents compartiments du milieu marin (domaines pélagique, benthique et halieutique).

IFREMER : l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, reconnu dans le monde entier comme l'un des premiers instituts en sciences et technologies marines.

Une surveillance de la granulométrie et de la composition physico-chimique du sédiment est également effectuée en amont de toutes les opérations de dragage (conformément à la décision ASN n° 2018-DC-0640). Ce contrôle vise à s'assurer que les rejets ne se sont pas de nature à impacter la faune et la flore. De même, un suivi des zones de clapage est effectué après chaque opération de clapage en mer.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

Le site de Flamanville mène des actions pour diminuer ses prélèvements d'eau dans les trois ruisseaux Petit Douet, Grand Douet et La Diélette, et en mer en optimisant la consommation d'eau déminéralisée pour les différents circuits de l'installation notamment lors des phases d'arrêt et redémarrage des réacteurs qui nécessitent d'importants volumes d'eau.

Le site mène également des actions pour gérer ses effluents de façon optimisée en réduisant à la source leur production, en les collectant de façon sélective, en les traitant sur des installations performantes, en optimisant le conditionnement des circuits afin de limiter les rejets de substances chimiques au strict nécessaire et s'assurant du respect des dispositions réglementaires et en maintenant l'implication des acteurs.

5.

SOLS ET EAUX SOUTERRAINES

SCENARIO DE REFERENCE

■ Géologie

Le site de Flamanville se trouve sur les terrains du Cotentin « Armoricaïn », à cheval sur un pluton granitique et son auréole métamorphique de contact d'âge cambrien, silurien et dévonien.

■ Travaux et aménagement pour la construction

Les travaux de terrassement sur l'ensemble du site ont essentiellement consisté en un abattage de la falaise pour dégager une plate-forme à la cote 12,40 m NGF, d'une surface d'environ 10 ha, qui constitue la fondation des îlots nucléaires. Les déblais obtenus ont servi à aménager sur l'estran une plate-forme artificielle, gagnée sur la mer, d'une surface de 40 ha environ, où sont implantées les salles des machines et les stations de pompage. La plate-forme est protégée de l'action de la houle par une digue de plusieurs mètres de haut, et de 1,5 km de long.

■ Hydrogéologie

La masse d'eaux souterraines identifiée au droit du site de Flamanville est référencée FRHG507 « Socle du bassin versant des cours d'eau côtiers » (BRGM).

Depuis sa mise en exploitation, le site de Flamanville (sur un périmètre couvrant Flamanville 1, 2 et 3) fait l'objet d'une surveillance qualitative et quantitative de la nappe de la plate-forme du site. Cette surveillance a évolué au cours de l'exploitation du site pour s'adapter aux aménagements et à l'évolution des exigences réglementaires. Elle a été optimisée en 2014 pour tenir compte des zones d'intérêt.

Les dépassements de seuils de surveillance des eaux souterraines pour les sites en exploitation mentionnés précédemment ne présentent pas d'enjeux sanitaires ni environnementaux. Par ailleurs, il est à noter que ces dépassements ont été observés uniquement sur le périmètre de Flamanville 1 et 2. Aucun dépassement n'a été constaté sur les piézomètres assurant la surveillance qualitative des eaux souterraines sur Flamanville 3.

■ État des sols

Des sondages de sol profonds ainsi que des fouilles de sol avec analyses ont été menés fin 2017 dans l'emprise du site de Flamanville. Le résultat de cette investigation a montré l'absence de substances à un niveau non prévu nécessitant la mise en place de mesures de gestion à l'exception de la zone de dépôt historique de déchets de la zone nord dont l'étude est en cours.

INCIDENCES DU SITE

■ *Sur les eaux souterraines*

La construction d'installations et d'ouvrages a eu pour effet de modifier localement les écoulements des eaux souterraines (fondations profondes et ouvrages hydrauliques).

Il n'y a pas de pompage en nappe à l'intérieur du site de Flamanville, hormis les pompages pour les besoins de travaux de génie civil.

La mise en service du réacteur 3 n'amène pas d'incidences supplémentaires sur les eaux souterraines.

■ *Sur les sols*

Les travaux d'aménagement du réacteur 3 ont modifié localement la topographie et la géologie du site et ont anthropisé l'ensemble de la surface du site.

La mise en service et l'exploitation du réacteur 3 n'ont pas d'incidence sur le sol et les procédures de contrôles et de maintenance des rétentions ultimes en phase d'exploitation permettent de s'assurer de l'absence de déversements d'effluents chimiques et radiologique dans le sol.

SURVEILLANCE

Le site de Flamanville met en œuvre un programme de surveillance de la qualité des eaux souterraines d'un point de vue chimique et radiologique avec pour objectif de détecter un éventuel marquage de la nappe en lien avec l'exploitation des installations.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

Le site de Flamanville met tout en œuvre pour limiter les risques de déversements dans les sols et les eaux souterraines de substances chimiques et d'hydrocarbures.

L'entreposage, le stockage et l'utilisation des produits dangereux sont strictement réglementés et leur stockage s'effectue en prenant toute précaution pour éviter leur écoulement intempestif dans l'environnement (bacs de rétention, transfert sur des aires étanches) et des kits environnement sont mis à disposition aux endroits stratégiques en cas de déversements.

6. RADIOÉCOLOGIE

SCENARIO DE REFERENCE

L'environnement au voisinage du site de Flamanville a fait l'objet d'études radioécologiques destinées d'une part à caractériser les niveaux de radioactivité naturelle et artificielle dans l'environnement terrestre et aquatique avant la mise en service du CNPE (état de référence initial réalisé entre avril 1980 et avril 1982), et d'autre part, à évaluer sur le long terme dans quelle mesure les rejets d'effluents du site (des trois réacteurs) contribuent à l'apport de radioactivité dans l'environnement au regard des autres sources identifiées.

L'exploitation des mesures de radioactivité nécessite de distinguer les radionucléides produits naturellement dans l'environnement (origines cosmique et tellurique) de ceux produits artificiellement lors de réactions nucléaires de fission ou d'activation (essais nucléaires atmosphériques, accidents nucléaires, effluents radioactifs industriels).

L'analyse des résultats des études radioécologiques met en évidence que les rejets radioactifs effectués jusqu'à ce jour par le site de Flamanville n'ont globalement pas modifié les caractéristiques radiologiques de l'environnement.

La surveillance radiologique réglementaire de l'environnement n'a pas montré d'accroissement significatif de la radioactivité à l'intérieur du site de Flamanville lié à l'exploitation de l'installation du site sur la période [2015-2019].

La radioactivité présente dans l'environnement terrestre et aquatique au voisinage du CNPE de Flamanville est majoritairement d'origine naturelle et est essentiellement due au potassium 40 et au béryllium 7, dont les niveaux d'activité sont stables dans l'environnement au voisinage du CNPE depuis l'état de référence initial.

Les résultats des études radiologiques montrent que la radioactivité d'origine artificielle présente dans l'environnement aquatique proche du site de Flamanville est principalement issue des rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague, et dans une moindre mesure des retombées atmosphériques anciennes (essais nucléaires aériens et accident de Tchernobyl) et des rejets réalisés par le site de Flamanville. La surveillance hydroécologique réalisée de 2010 à 2019 dans l'environnement du site de Flamanville ne montre pas d'évolution anormale de l'état du milieu aquatique imputable au fonctionnement de la centrale.

Dans l'environnement terrestre au voisinage du site de Flamanville, la radioactivité d'origine artificielle provient majoritairement des retombées des essais nucléaires aériens et de l'accident de Tchernobyl. Une contribution minoritaire peut être attribuée aux rejets d'effluents du site de Flamanville à proximité immédiate du site.

En l'absence de mise en œuvre du projet, la radioactivité d'origine naturelle resterait inchangée. La radioactivité d'origine artificielle liée aux événements anciens (retombées des essais nucléaires aériens et accident de Tchernobyl), est appelée à diminuer à long terme dans l'environnement en fonction des périodes de demi-vie des différents radionucléides. La radioactivité d'origine artificielle liée aux rejets d'effluents du site est inchangée.

INCIDENCES DU SITE

Le risque environnemental associé aux rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère et le risque environnemental associé aux rejets d'effluents radioactifs liquides dans le cadre du fonctionnement du site de Flamanville sont négligeables d'après les évaluations réalisées selon la méthodologie ERICA.

METHODE D'EVALUATION

L'analyse des incidences des rejets d'effluents radioactifs sur l'environnement est effectuée :

- à partir d'une analyse rétrospective réalisée pour le CNPE (réacteurs 1 et 2) en considérant les résultats de l'état de référence initial, les bilans décennaux et les suivis annuels ;
- à partir d'une analyse prospective réalisée avec l'outil européen ERICA d'évaluation du risque radiologique sur les écosystèmes terrestre et aquatique aux limites de rejets actuelles du site de Flamanville (trois réacteurs).

SURVEILLANCE

Le site de Flamanville met en œuvre un programme de surveillance des effluents radioactifs au niveau :

- des cheminées de rejet des effluents atmosphériques du bâtiment des auxiliaires nucléaires ;
- des réservoirs d'entreposage avant rejet des effluents atmosphériques ;
- des circuits d'extraction des ventilations des locaux susceptibles d'être contaminés, afin de s'assurer de l'absence de radioactivité d'origine artificielle ;
- des réservoirs d'entreposage avant rejet des effluents liquides ;
- des eaux pluviales, pour s'assurer de l'absence de radioactivité artificielle.



Surveillance de l'environnement © EDF

Le site de Flamanville met aussi en œuvre un programme de surveillance de l'environnement, établi en accord avec l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN).

La radioactivité dans l'environnement du site de Flamanville est suivie dans le cadre :

- d'un plan de surveillance radiologique réglementaire réalisé par le site ;
- d'études radioécologiques réalisées à l'initiative du site (suivis annuels, bilans décennaux, études particulières) dont la réalisation est sous-traitée à des laboratoires spécialisés et agréés ;
- d'un plan de surveillance radiologique réalisé par les autorités : l'Autorité de sûreté nucléaire fait réaliser de façon systématique, pour son propre compte, des contrôles par un organisme expert, l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN).

Les données issues des analyses environnementales réalisées par cette surveillance sont comparées aux mesures réalisées par le site et sont exportées sur le site internet du réseau national de mesures : <https://www.mesure-radioactivite.fr/>.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

Les dispositions de conception et de fonctionnement mises en œuvre permettent de maîtriser les rejets d'effluents radiologiques :

- en réduisant la quantité des effluents à la source (exemple : recyclage des effluents du circuit primaire, amélioration de l'étanchéité du gainage du combustible, gainage en alliage de zirconium qui permet de confiner la quasi-totalité du tritium produit par fission dans les crayons du combustible),
- en effectuant une **filtration** ou un traitement spécifique avant rejet,
- en optimisant l'activité volumique des radionucléides présents dans les effluents en utilisant la **décroissance radioactive** de ces radionucléides,
- en contrôlant les rejets.

La **filtration** consiste à piéger la majorité des radionucléides avant rejet. Les centrales nucléaires d'EDF sont équipées de filtres à Très Haute Efficacité (THE).

La **décroissance radioactive** correspond à la diminution de l'activité nucléaire d'une substance radioactive par désintégrations spontanées au cours du temps.

La conception de l'EPR apporte un gain significatif sur les rejets radioactifs par voie atmosphérique, grâce en particulier au système de traitement des effluents par voie atmosphérique (TEG). Ce système présente en particulier l'avantage de pouvoir traiter les effluents aérés et de fonctionner en boucle quasi fermée en fonctionnement normal.

Sur l'EPR, les effluents radioactifs borés issus du circuit primaire peuvent être, après passage dans le système de Traitement des Effluents Primaires (TEP), réutilisés comme eau d'appoint au circuit primaire.

7.

BIODIVERSITE

SCENARIO DE REFERENCE

Les espaces naturels remarquables recensés dans un périmètre de 10 km autour du site de Flamanville sont les suivants :

- six sites du réseau Natura 2000 ;
- une Réserve Naturelle Nationale (RNN) ;
- trois sites du Conservatoire du Littoral ;
- dix **Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique** (ZNIEFF) de type I et deux ZNIEFF de type II.

■ **Habitats naturels**

Les milieux naturels identifiés au sein de l'aire d'étude se répartissent sur le domaine marin et sur le domaine terrestre en parts égales. La partie terrestre est marquée par les milieux littoraux et le bocage du Cotentin.

Les milieux naturels d'intérêt sont concentrés d'une part sur le littoral, où ils sont le support d'un nombre important d'espèces végétales et animales remarquables. Il s'agit ici des falaises littorales, landes, cordons de galets, dunes et autres milieux présents influencés par la proximité de la mer.

Dix-sept habitats naturels sont d'intérêt communautaire, dont deux sont prioritaires : les dunes grises de la Mer du Nord et de la Manche et les forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior*.

■ **Flore**

Sur un total de plus de 650 espèces de plantes terrestres, semi-aquatiques et aquatiques connues au sein de l'aire d'étude, 71 **espèces** sont considérées comme **remarquables** (patrimoniales et/ou protégées). Le nombre d'espèces végétales remarquables est plus élevé sur le littoral que dans les terres. Ceci s'explique par la diversité et la valeur patrimoniale des habitats retrouvés sur cette bande littorale.

Vingt-cinq espèces invasives ont été recensées au niveau de l'aire d'étude. Les espèces invasives sont plus nombreuses sur les secteurs urbains et périurbains.

Les **Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique**, dites ZNIEFF correspondent à des secteurs du territoire d'intérêt écologique, abritant une biodiversité patrimoniale. Elles constituent un outil de connaissance des milieux naturels.

Espèce remarquable :
espèce rare ou menacée.

■ Faune

La partie marine de l'aire d'étude accueille plusieurs espèces de mammifères marins, dont des espèces régulières comme le Grand dauphin (*Tursiops truncatus*) et le Phoque gris (*Halichoerus grypus*). Le milieu marin est également une zone de passage importante pour de nombreux autres mammifères marins et pour les oiseaux marins et côtiers. La présence de poissons amphihalins, dont l'Anguille (*Anguilla anguilla*) et la Truite de mer (*Salmo trutta*), souligne le continuum existant entre le milieu marin et les cours d'eau de l'aire d'étude. Ces cours d'eau présentent également un intérêt notable pour l'**entomofaune**, les mammifères semi-aquatiques et les chiroptères.

Concernant les habitats terrestres, le littoral constitue l'enjeu de conservation principal avec d'une part les côtes rocheuses escarpées (avec ses plages de galets en pied de falaise et ses landes en surplomb) et d'autre part les milieux dunaires. Ces milieux abritent une avifaune, une **herpétofaune** et une **entomofaune** très spécifiques.

Les paysages bocagers de l'intérieur des terres présentent moins d'espèces remarquables mais la faune y est riche et diversifiée.

Herpétofaune : partie de la faune constituée par les amphibiens et les reptiles.

Entomofaune : partie de la faune constituée par les insectes.



Crapaud calamite - © THEMA Environnement



Coronelle lisse - © HEMA Environnement



Harle bièvre

■ **Fonctionnalités écologiques**

Les continuités écologiques identifiées dans le cadre de l'élaboration du schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (**SRADDET**), du schéma régional de cohérence écologique (**SRCE**) ou encore du Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) s'appuient majoritairement sur les zones réglementaires et zones d'inventaires précités. On note à ce titre une continuité écologique principale le long du littoral, puis des continuités secondaires le long des vallées de l'aire d'étude. Plus à l'intérieur des terres, le bocage constitue une matrice fonctionnelle pour le déplacement des espèces.

SRADDET : Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires.

SRCE : Schéma Régional de Cohérence Écologique : document cadre élaboré dans chaque région.

INCIDENCES DU SITE

■ **Aire d'étude**

Une aire d'étude spécifique sur laquelle sont évaluées les incidences sur la biodiversité est définie en superposant la zone d'influence potentielle du site sur le milieu continental (cercle de rayon de 7 km centré sur le site de Flamanville) et la zone résultant de la combinaison de la zone d'influence potentielle du CNPE sur le milieu marin (zone enveloppe de l'échauffement thermique maximum de 1°C et intégrant l'ensemble des stations de surveillance hydroécologique du site de Flamanville) et de la zone d'influence potentielle du clapage en mer.

L'aire d'étude est plus restreinte que la zone de 10 km de périmètre autour du site considérée pour décrire le contexte écologique local.

Cette aire d'étude est considérée pour l'analyse des incidences Natura 2000 présentée au [Paragraphe 12](#).

■ **Analyse des incidences**

L'analyse des incidences du fonctionnement du site de Flamanville sur l'air, les facteurs climatiques, l'état radiologique de l'environnement, l'environnement aquatique de la Manche au droit du site présentée dans les paragraphes précédents ne met pas en évidence d'incidence notable du site sur les caractéristiques écologiques du milieu qui sont déterminantes pour l'expression de la biodiversité à l'échelle de l'aire d'étude.

Ainsi, en l'état actuel des connaissances, le fonctionnement du site n'a pas d'incidence sur les espaces naturels remarquables et ne remet pas en cause le bon accomplissement du cycle biologique des espèces présentes sur l'aire d'étude concernant la végétation aquatique, terrestre et semi-aquatique et la faune (invertébrés, poissons, amphibiens, reptiles, mammifères, oiseaux).

Son fonctionnement n'a pas d'incidences notables sur les espèces pouvant effectuer des déplacements ou des migrations au sein de l'aire d'étude (exemple : avifaune migratrice et nicheuse, mammifères marins, poissons migrateurs, chiroptères), ni sur les fonctionnalités écologiques de l'aire d'étude.

SURVEILLANCE

La surveillance de la biodiversité est notamment réalisée à travers la surveillance des composantes du compartiment les eaux de surface décrite au [Paragraphe 4](#), la surveillance atmosphérique et de la qualité de l'air décrite au [Paragraphe 3](#), et à travers la surveillance de l'état radiologique de l'environnement décrite au [Paragraphe 6](#).

Cette surveillance consiste en un suivi chimique et un suivi hydroécologique (suivi des paramètres physico-chimiques et hydrobiologiques). L'objectif de cette surveillance est de « suivre l'évolution naturelle du milieu récepteur et de déceler une évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement de la centrale ».

MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

La conception des ouvrages de prélèvements d'eau en mer et dans les trois rivières Petit Douet, Grand Douet et La Diélette, permet de limiter l'aspiration des organismes avec de faibles vitesses d'aspiration et la protection des prises d'eau par un dispositif de grilles.

Il est à noter que la station de pompage de l'EPR est dimensionnée pour limiter les entrainements d'algues et les risques de colmatage associés.

8. POPULATION ET SANTE HUMAINE

SCENARIO DE REFERENCE

■ Population

Les principales zones peuplées autour de Flamanville sont les îles Anglo-Normandes (à l'Ouest) et le secteur de Cherbourg-Octeville (au Nord-Est).

La densité moyenne de population est d'environ 155 habitants/km² dans un rayon de 50 kilomètres autour du site et de 86 habitants/km² environ dans un rayon de 10 kilomètres.



Communes de plus de 5 000 habitants dans un rayon de 50 kilomètres autour du site de Flamanville en 2016

Les communes et îles les plus importantes de plus de 5 000 habitants situées dans le rayon des 50 kilomètres autour du site de Flamanville : Jersey (104 200 habitants), Cherbourg-en-Cotentin (80 076 habitants) et Guernesey (62 208 habitants).

Au sein du périmètre d'étude local (10 kilomètres), La Hague (11 785 habitants) est la seule commune qui dépasse les 5 000 habitants.

Les populations sensibles les plus proches (établissements scolaires et de santé publique, d'accueil du Jeune Enfant (EAJE), médico-sociaux et sociaux) sont situées à près de 700 m à l'est-sud-est des limites foncières du site.

Les habitations les plus proches sont localisées à proximité immédiate des limites foncières nord-est du site.

■ *Environnement sonore et vibratoire*

Une campagne de mesure des niveaux d'émission sonore a été menée autour du site en 2017. Cette campagne montre que les niveaux sonores du site permettent d'atteindre les objectifs fixés par la réglementation.

■ *Environnement lumineux*

Les émissions lumineuses au voisinage du site de Flamanville ont pour principales origines l'éclairage public de la commune de Flamanville.

INCIDENCES DU SITE

■ *Évaluation de l'impact dosimétrique sur l'homme*

L'impact global des rejets d'effluents radioactifs sur le public du site de Flamanville prend en compte les expositions interne et externe associées aux rejets d'effluents radioactifs liquides et à l'atmosphère.

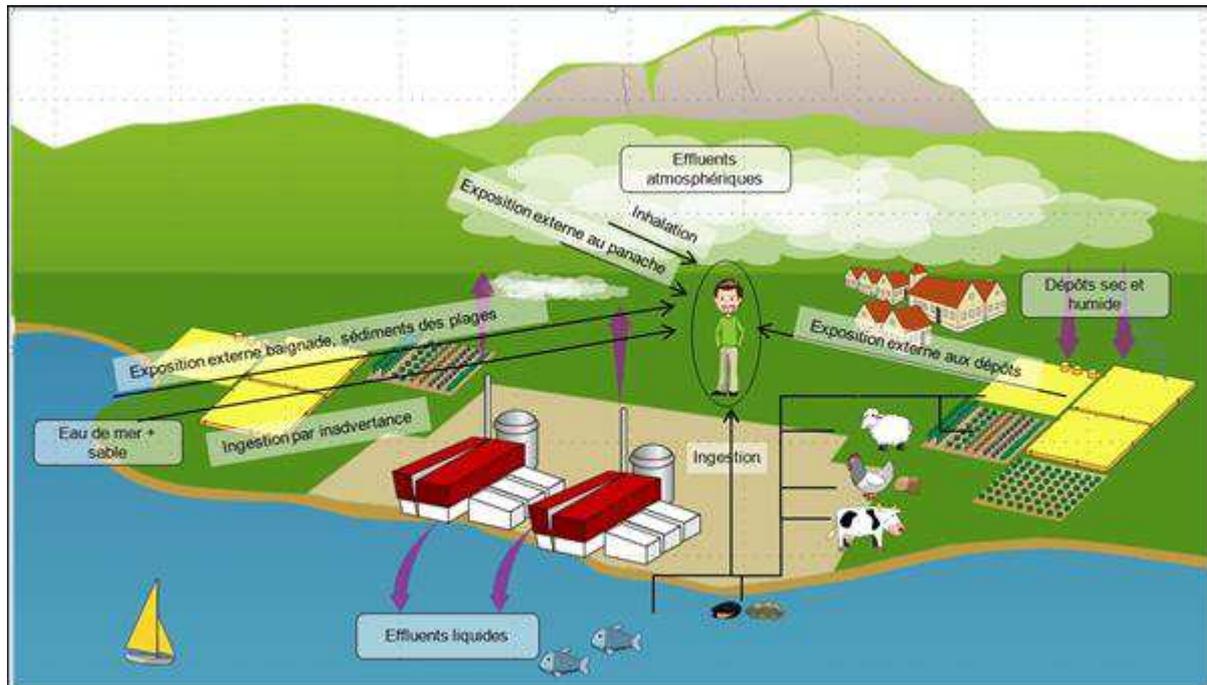
La **dosimétrie** est la détermination quantitative de la dose absorbée par un organisme à la suite de l'exposition à des rayonnements ionisants.

↘ METHODE D'ÉVALUATION

Pour évaluer l'impact dosimétrique sur la population des rejets d'effluents radioactifs liés au fonctionnement des centrales et des sites en démantèlement, EDF dispose d'un outil développé par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN).

L'évaluation est réalisée selon les étapes suivantes :

- caractérisation des rejets d'effluents radioactifs ;
- caractérisation de l'environnement autour du site ;
- évaluation des transferts des radionucléides rejetés dans les différents compartiments de l'environnement jusqu'à l'homme : milieu atmosphérique, milieu marin, milieu agricole (végétaux, animaux, sols) ;
- évaluation de l'exposition des populations riveraines ;
- présentation des résultats avec comparaison de la dose efficace totale reçue par la personne représentative, c'est-à-dire par la personne susceptible d'être la plus exposée au sein de la population, à la valeur limite réglementaire de 1 mSv/an.



Voies d'exposition aux rejets d'effluents radioactifs © EDF

L'impact associé aux rejets d'effluents radioactifs aux limites autorisées de rejet du site a été déterminé pour les personnes représentatives, c'est-à-dire pour les personnes susceptibles d'être les plus exposées, situées dans un rayon de 5 km autour du site.

La **dose efficace** totale annuelle, liée à l'exposition interne et externe aux rejets d'effluents radioactifs du projet, est évaluée à moins de 1 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, ce qui représente moins de 1/1 000 de la limite annuelle d'exposition pour une personne du public fixée à 1 mSv par l'article R. 1333-11 du code de la santé publique.

La **dose efficace** mesure l'effet biologique de la radioactivité. Elle s'exprime en Sievert (Sv) ou plus généralement en milliSievert (mSv) ou en microSievert (μSv).

Par ailleurs, la **dose par exposition externe du fait des rayonnements de l'installation** est évaluée à moins de 360 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an à comparer à la dose annuelle due à l'exposition naturelle dans le département de la Manche qui est de l'ordre de 760 $\mu\text{Sv}/\text{an}$.

Ainsi, la dose par exposition externe du fait des rayonnements du site de Flamanville est plus de deux fois inférieure à la limite annuelle d'exposition fixée à 1 mSv par l'article R. 1333-11 du code de la santé publique.

■ *Évaluation des risques sanitaires liés aux rejets chimiques*

↘ METHODE D'ÉVALUATION

La méthodologie suivie se réfère au guide méthodologique de l'Institut National de l'Environnement et des RISques (INERIS). La démarche s'articule en deux étapes :

- d'une part, une Interprétation de l'État des Milieux (IEM), réalisée sur la base des données des surveillances et de mesures spécifiques ;
- d'autre part, une Évaluation Prospective des Risques Sanitaires (EPRS), basée sur la modélisation des rejets attribuables au site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2).

Les rejets d'effluents chimiques du site de Flamanville par voie liquide n'ont pas d'influence sur l'état chimique de la Manche.

L'étude ne met pas en évidence de risque sanitaire dû aux rejets chimiques liquides attribuables au site de Flamanville sur les populations avoisinantes potentiellement exposées aux substances, par la consommation de produits de la mer et par ingestion d'eau de mer par inadvertance lors de la baignade.

De même, l'étude ne met pas en évidence de risque sanitaire dû aux rejets chimiques à l'atmosphère liés au fonctionnement du site de Flamanville sur les populations avoisinantes potentiellement exposées aux substances par inhalation.

■ *Évaluation de l'impact sonore et vibratoire*

Concernant les émissions sonores, le site respecte la réglementation. En effet, les valeurs d'émergence obtenues aux points situés en Zone à Émergence Réglementée (ZER) du CNPE Flamanville sont conformes vis-à-vis de l'article 4.3.5 de l'arrêté INB du 7 février 2012, suite à l'analyse des sources de bruit de l'installation et de la variabilité des conditions de propagation dans l'environnement. Les contributions des sources industrielles calculées en limite d'établissement sont inférieures à 60 dBA. Ainsi, les niveaux sonores en limite d'établissement mesurés en des points situés en regard des Zones à Émergence Réglementée (ZER) du CNPE de Flamanville permettent de respecter les objectifs fixés par l'article 4.3.5 de l'arrêté INB du 7 février 2012.

Le fonctionnement des installations du site est à l'origine de vibrations (machines tournantes essentiellement). Celles-ci sont ressenties à l'intérieur des installations et ne le sont pas à l'extérieur sur le site du fait de la conception des bâtiments et de la constitution des sols. Pour les populations environnantes, il n'y a donc pas de risque de gêne lié aux émissions vibratoires des installations du site.

■ *Évaluation de l'impact des émissions lumineuses*

Concernant les émissions lumineuses, l'orientation des éclairages du site vers le bas minimise grandement l'impact visuel à l'extérieur du site.

SURVEILLANCE

La surveillance des incidences du site sur les populations avoisinantes et sur leur santé est réalisée à travers la surveillance des incidences du site sur l'air et les facteurs climatiques, sur la qualité des eaux de surface, et sur la radioécologie de l'environnement présentées dans les paragraphes précédents.

Les émissions sonores font l'objet d'une surveillance périodique avec la réalisation de campagnes de mesure des émissions sonores afin de vérifier le respect de la réglementation.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

Les mesures d'évitement et de réduction d'impact concernant les rejets à l'atmosphère et les rejets dans les eaux de surface sont explicitées dans les paragraphes précédents.

Concernant les nuisances sonores, des dispositions sont mises en œuvre dès la conception pour réduire les émissions sonores à la source et des mesures sont réalisées sur certains matériels et installations. Des dispositions sont prises pour limiter les nuisances sonores potentielles d'installations ou d'essais temporaires (choix des créneaux les moins gênants, des lieux de réalisation, choix du procédé ou des matériels, mise en place de protections sonores).

9.

ACTIVITES HUMAINES

SCENARIO DE REFERENCE

■ *Usage des terres*

Dans un périmètre de 10 kilomètres autour du site de Flamanville, l'usage des terres est avant tout un usage agricole (78 % de la zone). Les surfaces forestières constituent environ 7 % des terres. Les territoires artificialisés (tissu urbain discontinu principalement) représentent près de 6 % des terres.

■ *Paysage et patrimoine culturel*

Le site de Flamanville se situe dans le département de la Manche, appartenant à la région Normandie. Les ensembles paysagers identifiés sont les suivants :

- Le Cotentin secret au vert bocage.
- Côte ouest du Cotentin : falaises et plages dessinées en croissant.
- La Hague des grands horizons : un bocage à longues perspectives sur les landes.
- La Hague bocagère.



Plage du Rozel



Campagne autour de Les Pieux

Autour du site, on recense :

- Un site classé : la zone côtière de La Hague et du Domaine Public Maritime à près de 5 kilomètres au nord-est du site.
- Un site inscrit : La Hague site localisé à environ 10 kilomètres au nord-est du site de Flamanville.
- Quatre monuments historiques : le Camp du Castel, localisé à moins de 1 kilomètre au sud du site, sur la commune de Flamanville ; le Château de Flamanville situé à environ 1 kilomètre au sud-est du site ; le Dolmen dit La Pierre au Rey ou le Trepied, situé à environ 2 kilomètres au sud du site, sur la commune de Flamanville ; le Manoir de Métot, situé à près de 1,2 kilomètre au nord-est du site, sur la commune de Tréauville.

Notons la présence d'un site archéologique dans le rayon de 10 kilomètres : il s'agit du site paléolithique du Rozel localisé à près de 6,5 kilomètres au sud du site sur la commune de Rozel.

■ Usage de l'eau

Dans le rayon de 10 kilomètres autour du CNPE, on recense :

- deux captages pour la production d'eau potable en nappe profonde réalisés par la communauté d'agglomération du Cotentin ;
- deux captages d'eau industrielle sur la commune de Les Pieux ;
- un captage d'eau à usage agricole sur la commune de Les Pieux.

■ *Voies de communication*

Le trafic sur la portion de la route départementale RD23, passant à 3 kilomètres à l'est du site, est estimé à 6 351 véhicules par jour, dont 3,2 % de poids lourds.

Sur la route départementale RD650, passant à environ 8 kilomètres à l'est du site, environ 10 808 véhicules passent en moyenne chaque jour, dont 2,8 % de poids lourds.

Citons également le couloir de navigation de la Manche, animé par un intense trafic de passagers entre les îles britanniques et la France et la gare maritime du port de plaisance Diélette située à 2 kilomètres au nord-est du site, sur la commune de Tréauville. La Manche est également une voie privilégiée du transport marchandises.

■ *Environnement industriel*

L'environnement industriel du site de Flamanville est essentiellement agricole, mais on recense dans un périmètre de 10 km autour du CNPE, 10 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) qui sont majoritairement des sites d'exploitation agricole et d'élevage, dont aucune n'est classée **SEVESO**.

Par ailleurs, une installation soumise à autorisation appartenant à la Communauté d'Agglomération du Cotentin est localisée à près de 9 kilomètres au nord-est du site de Flamanville, sur la commune de Héauville. Elle est destinée au stockage et au traitement des ordures ménagères.

Notons par ailleurs la présence du Parc d'activités économiques structurant des « Costils », à environ 6,5 km au sud-est du site, sur les communes de Les Pieux et de Benoîtville. Il s'agit d'une zone aménagée destinée à l'accueil d'activités artisanales et industrielles.

Les sites **SEVESO** : depuis 2015, la directive 2012/18/UE du 4 juillet 2012 dite « directive Seveso 3 » impose aux États membres de l'Union européenne d'identifier les sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs, appelés « sites SEVESO », et d'y maintenir un haut niveau de prévention.

■ *Espaces et activités de loisir*

La chasse et la pêche de loisir sont pratiquées autour du site de Flamanville. Les principales espèces chassées sont le gibier sédentaire (exemple : lièvre, perdrix grise) le grand gibier (exemple : chevreuil, sanglier), et les autres espèces (exemple : lapin, renard). Les principales espèces pêchées sont le brochet, le sandre, la truite fario, la truite arc-en-ciel, les aloses, les grenouilles vertes et rousses.

Notons la présence des étangs du château de Flamanville situés à près de 800 mètres au sud-est du site où la pêche de loisir peut être pratiquée.

La pêche maritime de loisir, ainsi que la pêche à pied (coquillages, crustacés...), est également réalisée en bord de mer.

La pêche professionnelle en mer est une activité économique essentielle pour la région. Les ports de pêche les plus proches du site sont ceux de Diélette et de Barneville-Carteret, situés respectivement à près 1,5 kilomètre au nord-est du site et 18 kilomètres au sud du site.

La région autour du site de Flamanville propose des activités sportives et de loisirs comme la natation, les balades nautiques, le golf ou encore l'escalade, peuvent être pratiquées dans le département de la Manche.

Sept zones de baignade sont localisées dans un rayon de 10 kilomètres autour du le site de Flamanville.

INCIDENCES DU SITE

La construction des réacteurs 1 et 2 du CNPE a débuté entre 1985 et 1986. Ainsi, le site de Flamanville est présent depuis 35 ans environ et fait maintenant partie du paysage. Le réacteur 3 du site de Flamanville s'insère parfaitement dans cet environnement industriel. Il n'a pas d'incidences sur le paysage et le patrimoine culturel.

Les rejets chimiques et radioactifs, liquides et à l'atmosphère, liés au fonctionnement des trois réacteurs du site de Flamanville, et par conséquent au fonctionnement du réacteur 3, n'ont pas d'incidence significative sur l'usage des terres, sur les espaces et activités de loisirs ou sur la disponibilité de la ressource, et les rejets ne seront pas de nature à remettre en cause les usages de l'eau (captages, pêche professionnelle) à proximité du site.

Le fonctionnement du site de Flamanville génère un trafic de l'ordre d'un millier de véhicules légers par jour et une vingtaine de poids lourds par jour.

Le trafic total généré par le fonctionnement du site de Flamanville représente respectivement 18 % et 10 % du trafic total sur les routes départementales RD23 et RD650.

Le trafic généré par le site de Flamanville peut être considéré comme modéré au regard du trafic sur les infrastructures routières passant à proximité.

Le fonctionnement du site de Flamanville nécessite l'utilisation ponctuelle du port de Dielette pour la livraison des équipements lourds lors des visites décennales (de l'ordre de quelques transports tous les 10 ans).

La surveillance du milieu marin autour du site s'accompagne de l'intervention de quelques bateaux par an.

Le réacteur 3 du site de Flamanville n'a donc pas d'influence sur le trafic maritime.

Enfin, le site de Flamanville, et donc le réacteur 3, n'a pas d'incidence sur l'environnement industriel.

SURVEILLANCE

La surveillance des incidences du site sur les activités humaines est effectuée à travers la surveillance des incidences du fonctionnement sur l'air, les facteurs climatiques et la qualité des eaux et des sols.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

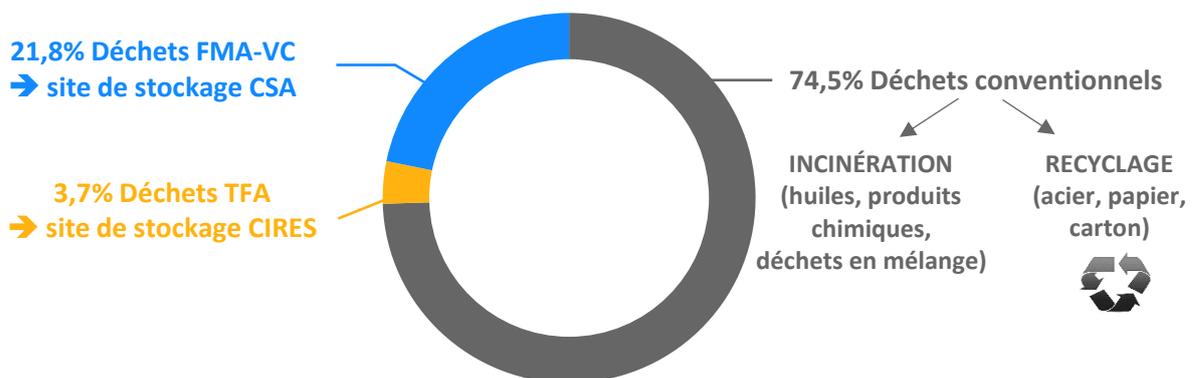
Les mesures d'évitement et de réduction d'impact concernant les activités humaines mises en place par le site de Flamanville concernent principalement l'emprise au sol. L'agencement des installations est organisé dès la conception de manière à limiter les besoins d'espace, en utilisant autant que possible les installations déjà existantes.

10. GESTION DES DECHETS

DECHETS PRODUITS PAR LE SITE DE FLAMANVILLE

L'exploitation du site de Flamanville par ses activités de production d'électricité, de maintenance des installations et de logistique génère des déchets qui sont de deux types : les déchets radioactifs et les déchets conventionnels.

La mise en service et l'exploitation du réacteur 3 générera environ 1 342,5 tonnes de déchets par an, dont environ 74,5 % de déchets conventionnels et 25,5 % de déchets radioactifs.



Proportions des masses de déchets issus de l'exploitation du réacteur 3 et exutoires correspondants

- Les **déchets radioactifs** sont classés selon le niveau d'activité et la durée de vie des radionucléides qu'ils contiennent. Ils sont issus :
 - du traitement des effluents radioactifs : exemple : filtres, charbons actifs, concentrats d'évaporation, filtres à eau, résines échangeuses d'ions, boues ;
 - des opérations de maintenance courante : pièces mécaniques actives rebutées, déchets de linge...
 - des opérations de manutention du combustible : grappes, étuis de crayon, squelettes d'assemblage...
- Les **déchets conventionnels** sont des déchets produits dans des zones ne contenant aucune substance radioactive, ils sont composés de déchets inertes (gravats, terre...), de déchets non dangereux non inertes (bois, emballages, papier, carton, verre, plastique, et métaux...), et de déchets dangereux (bétons pollués, peintures, déchets hydrocarburés, amiante...).

MODALITÉS ET FILIÈRES DE GESTION DES DÉCHETS

Les différentes étapes de la gestion des déchets ont pour objectif de garantir l'acceptabilité des déchets par la ou les filières auxquelles ils sont destinés et d'en limiter l'impact.

Ces étapes sont :

- le **tri à la source** ;
- la **collecte** ;
- le **contrôle** ;
- le **conditionnement** ;
- l'**expédition**.

■ **Déchets radioactifs**

Les déchets radioactifs sont triés à la source en fonction de leur Débit équivalent de Dose (DeD), inférieur ou supérieur à 2 mSv/h au contact, de leur état physique du déchet (solide ou liquide), de leur nature physique et de leur lieu de production.

Ils sont collectés, contrôlés puis conditionnés et évacués selon leurs caractéristiques vers des filières dédiées de l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets RadioActifs (ANDRA) et de Cyclife France (**CENTRACO**) à savoir :

- la filière d'incinération Cyclife France (résines, huiles...) ;
- la filière de fusion Cyclife France (déchets métalliques) ;
- les filières de stockage de l'ANDRA (Centre de Stockage de l'Aube (CSA) ou Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage (CIRES)).

CENTRACO (CENtre de TRAitement et de COnditionnement) est une installation industrielle dédiée au traitement des déchets très faiblement à moyennement radioactifs à vie courte.



CENTRACO Cyclife - Découpe thermique avant fusion – © EDF-Robert FAHL

■ **Déchet conventionnels**

Le site de Flamanville met en œuvre une gestion des déchets conventionnels conforme aux principes définis dans le code de l'environnement.

Les déchets conventionnels du site de Flamanville sont traités et éliminés selon leurs caractéristiques dans les filières adaptées où ils peuvent être valorisés ou éliminés.

Le choix de la filière prend ainsi en compte les trois principes suivants :

- la hiérarchie des modes de traitement des déchets consistant à privilégier, dans l'ordre, la réutilisation, le recyclage, toute autre valorisation (notamment la valorisation énergétique), puis l'élimination ;
- le principe de proximité ;
- l'adéquation avec les plans de prévention et de gestion des déchets locaux / régionaux / nationaux.

La **gestion des déchets mise en œuvre par le site de Flamanville** est améliorée de façon continue grâce au retour d'expérience acquis sur 58 réacteurs et à la veille technique internationale mise en place par EDF. Cette gestion :

- permet une gestion appropriée à chaque type de déchets en vue de limiter au mieux la quantité et la nocivité des déchets produits, en optimisant le tri entre les déchets conventionnels et les déchets radioactifs sur la base du plan de zonage déchets et en tirant parti des meilleures techniques disponibles ;
- assure que les caractéristiques des déchets évacués respectent les spécifications d'acceptation de leur exutoire de façon optimisée ainsi que les réglementations en vigueur.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

Le site de Flamanville est organisé pour assurer une gestion optimisée des déchets qui repose sur :

- La réduction à la source de la quantité et de la nocivité des déchets.
- Le tri et la collecte sélectifs,

La mise en œuvre de procédés de traitement et de conditionnement performants, qui répondent aux spécifications d'acceptation de la ou des filières auxquelles les déchets sont destinés.

11.

INCIDENCES CUMULEES

La notion d'incidences cumulées se réfère à la possibilité que les impacts temporaires ou permanents occasionnés par le site et d'autres projets existants ou approuvés rentrent en interaction.

ZONE D'ETUDE

La zone d'étude retenue est définie de manière enveloppe par un cercle de rayon de 10 km centré sur le site de Flamanville afin d'inclure ces zones d'influence.

Par ailleurs il est considéré une zone d'étude située au nord jusqu'à Cherbourg pour ce qui concerne les projets industriels susceptibles de provoquer des effets cumulés avec les rejets radioactifs (gazeux ou liquides). La prise en compte de cette zone d'étude résulte de l'analyse de l'état radiologique présentée au [Chapitre 6](#) qui a permis d'identifier au voisinage du site de Flamanville la présence de radionucléides provenant potentiellement des rejets d'effluents de l'usine ORANO de La Hague (située dans le département de la Manche).

Nota : La ligne électrique à très haute tension « Cotentin-Maine » se situe en dehors de la zone d'étude considérée pour l'étude des impacts cumulés avec d'autres projets existants ou approuvés ; les travaux de construction de cette ligne ayant été réalisés à plus de 50 km du site de Flamanville.

Ces deux projets de construction du réacteur EPR et de de la ligne électrique à très haute tension sont situés dans des secteurs géographiques très différents et il n'y a entre eux aucun enjeu commun en matière environnementale.

RECENSEMENT DES PROJETS

Les projets pris en compte dans cette analyse sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 du code de l'environnement et d'une enquête publique ;
- ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage.

À noter que dès lors qu'un projet rentrant dans les cas visés ci-dessus est mis en œuvre et exploité, il fait partie de l'état actuel de l'environnement (*i.e.* scénario de référence) et ses incidences cumulées avec le présent projet sont prises en compte dans les [Chapitres 3 à 9](#). Il n'est donc pas repris dans le présent chapitre.

La recherche a été effectuée sur les différents sites internet des services de l'État des territoires concernés et susceptibles de référencer les procédures d'enquêtes publiques en cours et les avis de l'autorité environnementale.

Deux projets correspondant aux critères du 5° e) de l'article R. 122-5 du code de l'environnement cités et pouvant être considérés dans l'analyse des incidences cumulées du fait de leurs rejets d'effluents radioactifs liquides et à l'atmosphère susceptibles de se cumuler avec ceux du réacteur 3 du site de Flamanville ont été recensés. Ces deux projets sont étudiés, bien que situés en dehors de la zone d'étude car l'analyse de l'état radiologique présentée au [Chapitre 6](#) montre au sein de la zone d'étude pour les incidences cumulées, la présence de radionucléides provenant potentiellement des rejets liquides et atmosphériques de l'usine ORANO La Hague.

Il s'agit des projets suivants liés à l'activité de la société Orano Cycles SA sur le site de La Hague :

- Le projet² de démantèlement partiel de l'INB n° 33 dénommée « UP2-400 » située sur le site Orano de La Hague.
- Le projet de démantèlement partiel de l'INB n° 38 dénommée « Station de Traitement des Effluents et déchets solides (STE2) et Atelier des combustibles nucléaires oxyde (AT1) » située sur le site Orano de La Hague.

ANALYSE DES INCIDENCES CUMULEES

Les études d'impact de ces deux projets retenus pour l'analyse des incidences cumulées, présentent l'étude du cumul des incidences de ces deux projets avec l'ensemble du site Orano.

Cette étude conclue que ces deux projets du site Orano La Hague ne sont pas susceptibles de faire évoluer de façon significative les rejets radioactifs de l'usine ORANO La Hague et donc a fortiori ne sont pas susceptibles de faire évoluer l'état radiologique de l'environnement du site de Flamanville.

L'analyse des incidences cumulées liées au fonctionnement du réacteur 3 du site de Flamanville avec des projets existants ou approuvés, ne met donc pas en évidence de risque sanitaire sur les populations avoisinantes ni d'impact environnemental sur l'écosystème autour du site.

² Toutes les données sur les projets liés à l'activité de la société Orano Cycles SA mentionnées dans ce chapitre sont issues du dossier de démantèlement partiel, édition 07/2020 mis en Enquête Publique.

12.

SITES NATURA 2000

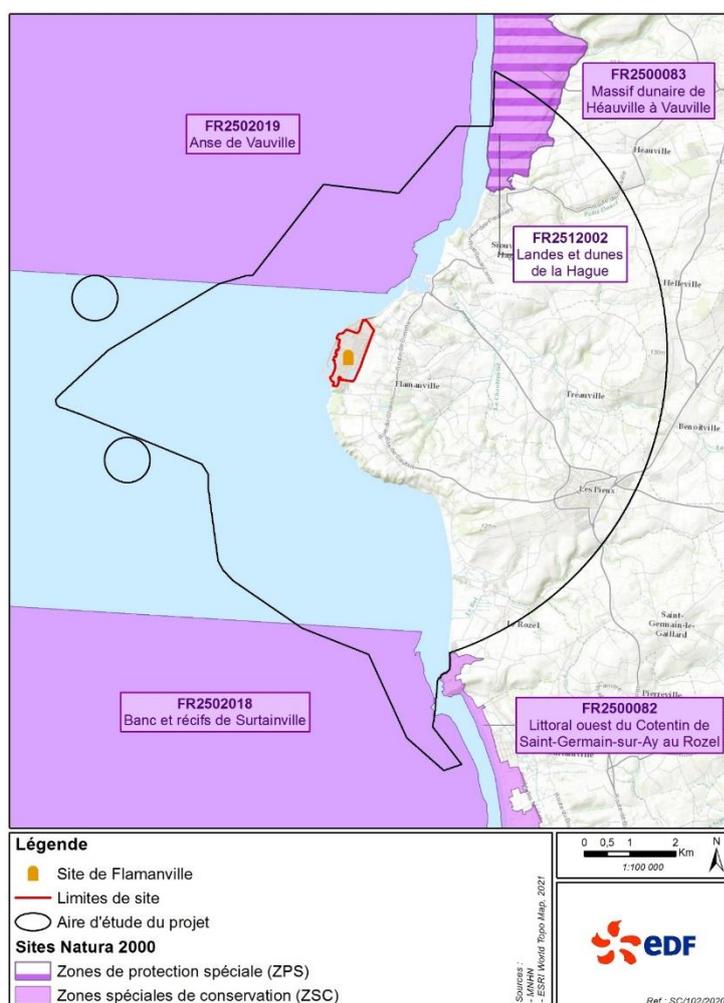
SITES NATURA 2000 CONCERNÉS PAR LE PROJET

Quatre sites **Natura 2000** sont identifiés en tout ou partie dans l'aire d'étude. Il s'agit de trois **ZSC** (Zone Spéciale de Conservation) et d'une **ZPS** (Zone de Protection Spéciale) :

Natura 2000 est un réseau européen de sites naturels identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales et de leurs habitats.

Le réseau comporte deux types de zones :

- Les **ZPS** (Zones de Protection Spéciales), visant à assurer la conservation des oiseaux sauvages.
- Les **ZSC** (Zones Spéciales de Conservation) et les SIC (Sites d'Importance Communautaire), visant à assurer la conservation des habitats naturels, de la faune et la flore sauvage.



Localisation des sites Natura 2000 autour du site de Flamanville

INCIDENCES SUR L'ÉTAT DE CONSERVATION DES SITES NATURA 2000

Parmi l'ensemble des habitats et espèces ayant justifié la désignation des quatre sites Natura 2000 identifiés dans l'aire d'étude, les habitats et espèces potentiellement concernés de manière directe ou indirecte, temporaire ou permanente, par le projet sont : quinze habitats (dont les récifs), une espèce d'amphibiens (Triton crêté), quatre espèces de mammifères (dont le Grand Dauphin), six espèces de chauve-souris et vingt espèces d'oiseaux.

Au regard de l'analyse des incidences directes et indirectes, temporaires ou permanentes du site de Flamanville, ce dernier ne remet pas en cause l'état de conservation des habitats et espèces prioritaires ou d'intérêt communautaire ayant prévalu à la désignation des sites Natura 2000 de l'aire d'étude.

Par ailleurs, le site de Flamanville ne remet pas en cause les objectifs de gestion définis dans le DOCOB du site Natura 2000 de la ZSC FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville ».

De ce fait, il n'est pas proposé de mesure spécifique pour éviter ou réduire les incidences du site de Flamanville sur l'état de conservation des sites Natura 2000.



© C. Yzoard



© Media storehouse



© P. Gourdain

13.

CONCLUSION

La présente étude d'impact est réalisée dans le cadre **du dossier de Demande de Mise En Service (DMES)** de l'EPR en vue d'autoriser la mise en service du réacteur 3 (de type EPR) du site de Flamanville. Cette étude d'impact est réalisée conformément aux exigences des articles R. 122-5 et R. 593-17 du code de l'environnement. Elle porte sur l'exploitation des trois réacteurs du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2).

Les interactions du fonctionnement du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) sont étudiées pour les facteurs suivants : l'air et les facteurs climatiques, les eaux de surface, les sols et les eaux souterraines, la radioécologie, la biodiversité, la population et la santé humaine, les activités humaines et la gestion des déchets. L'analyse des incidences cumulées et l'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 sont également présentées.

L'analyse des incidences du site (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) ne met pas en évidence d'incidences négatives notables sur la qualité de l'air, sur l'environnement aquatique, sur les espaces naturels remarquables, la faune, la flore et les fonctionnalités écologiques. Elle ne met pas non plus en évidence de risque sanitaire sur les populations avoisinantes potentiellement exposées aux substances émises, que ce soit par ingestion d'eau de mer lors de baignades, par consommation de produits de la mer ou par inhalation.

Le fonctionnement du réacteur 3 ne remet pas en cause l'état de conservation des habitats et espèces prioritaires ou d'intérêt communautaire ayant prévalu à la désignation des sites Natura 2000 de l'aire d'étude. Enfin, le site de Flamanville assure une gestion appropriée à chaque type de déchets et une évacuation de ces derniers respectant les spécifications d'acceptation de leur filière de traitement et les réglementations en vigueur.

Les mesures envisagées pour éviter et réduire les incidences du fonctionnement du site consistent à diminuer le plus possible à la source les rejets, les déchets et les nuisances, afin de limiter l'impact résiduel sur la santé et sur l'environnement. Aucune incidence négative notable n'étant identifiée sur l'environnement et la santé humaine, il n'est pas proposé de mesures de compensation.

Les programmes de surveillance des rejets et de l'environnement apportent une vision globale et agrégée de l'effet des rejets sur les différents milieux récepteurs ou leurs composantes et permettent de suivre l'évolution naturelle du milieu récepteur et de déceler une évolution anormale qui proviendrait des activités du site.

14. AUTEURS

Les auteurs de l'étude d'impact et les organismes externes dont les études support et les résultats ont été utilisés afin de réaliser l'étude d'impact sont présentés au [Chapitre 14](#).



EDF – CNPE de Flamanville
B.P.4.
50340 LES PIEUX
Fil Twitter : @EDFFlamanville
Site internet : www.edf.fr/flamanville

EDF
22-30 avenue de Wagram
75382 Paris Cedex 08 – France
SA au capital de 1 549 961 789,50 euros
552 081 317 R.C.S. paris
www.edf.fr

Crédit photo de couverture : ©EDF - MORLIN ALEXIS

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 1 -

Objectifs et contenu de l'étude d'impact

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 1	5
1.1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE D'IMPACT	6
1.2. CONTENU DE L'ÉTUDE D'IMPACT	7
1.3. PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE	9

P RÉSENTATION DU CHAPITRE 1

Le présent document constitue une mise à jour de l'étude d'impact du réacteur 3 du site de Flamanville et porte sur l'ajout de l'exploitation du réacteur 3 sur le site de Flamanville (CNPE Flamanville 1-2 et EPR Flamanville 3).

Cette présente étude d'impact est réalisée dans le cadre du **dossier de Demande de Mise En Service** (DMES) du réacteur 3 du site de Flamanville. Le DMES est exigé au titre de l'article R. 593-30 du code de l'environnement qui dispose que le DMES comprend « **La mise à jour de l'étude d'impact** ».

L'étude d'impact constitue une pièce de ce dossier.

Le chapitre est organisé comme suit :

- [§ 1.1](#) : objectifs de l'étude d'impact ;
- [§ 1.2](#) : contenu de l'étude d'impact ;
- [§ 1.3](#) : périmètre d'étude.

1.1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE D'IMPACT

Une étude d'impact est un outil d'évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des projets de travaux et d'aménagement. Elle vise à évaluer les conséquences des projets sur la santé et l'environnement et à justifier le caractère acceptable des projets au regard des intérêts protégés, dont la santé publique et la protection de la nature et de l'environnement. Elle est réalisée sous la responsabilité du maître d'ouvrage.

Cette étude d'impact a pour objectifs :

- de présenter comment l'environnement et la santé ont été pris en compte dans le projet,
- de transmettre pour avis aux autorités administratives compétentes les éléments permettant de prendre toutes les décisions vis-à-vis des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement et la santé,
- d'informer le public en expliquant la démarche d'intégration de l'environnement dans le projet.

À noter : le terme réglementaire « projet » doit être compris ici comme « la mise en service du réacteur 3 de type EPR du site de Flamanville et son fonctionnement ».

Lorsque cela est pertinent du fait notamment de la mutualisation de certains équipements, et afin de disposer d'une vision d'ensemble des effets du fonctionnement du site de Flamanville, les impacts liés à la mise en service et au fonctionnement du réacteur 3 font l'objet d'une appréciation globale avec ceux des réacteurs 1 et 2.

1.2.

CONTENU DE L'ÉTUDE D'IMPACT

Le contenu de la présente étude d'impact répond aux exigences de l'article R. 122-5 du code de l'environnement relatif au contenu de l'étude d'impact complétées par les dispositions de l'article R. 593-17 du même code, définissant des compléments au contenu défini à l'article R. 122-5, spécifiques aux Installations Nucléaires de Base (INB).

La présente étude d'impact vaut également évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 au titre de l'article L. 414-4 du code de l'environnement et intègre à ce titre le contenu défini à l'article R. 414-23 du même code.

Le contenu de la présente étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.

Les chapitres suivants présentent successivement :

- La description du projet, du site de Flamanville et de ses interactions avec l'environnement ainsi que les raisons de son choix ([Chapitre 2](#)).
- Pour les différents facteurs de l'environnement susceptibles d'être affectés par le projet : la description de l'état actuel de l'environnement et un aperçu de son évolution probable en l'absence de mise en œuvre du projet, l'analyse des incidences du projet, le cas échéant l'analyse de la compatibilité du projet avec les plans de gestion, les mesures prises par EDF pour éviter et réduire les incidences négatives, et compenser, le cas échéant, les incidences sur l'environnement, qui n'ont pu être ni évitées, ni suffisamment réduites, ainsi que les modalités de suivi associées, et enfin la description des méthodes utilisées pour identifier et évaluer les incidences du projet sur l'environnement.

Au regard des interactions du projet avec l'environnement, les facteurs traités dans la présente étude d'impact sont les suivants : l'air et les facteurs climatiques ([Chapitre 3](#)), les eaux de surface ([Chapitre 4](#)), les sols et les eaux souterraines ([Chapitre 5](#)), la radioécologie ([Chapitre 6](#)), la biodiversité ([Chapitre 7](#)), la population et la santé humaine ([Chapitre 8](#)), les activités humaines ([Chapitre 9](#)) et la gestion des déchets ([Chapitre 10](#)).

① Incidence/Impact sur l'environnement : peut se définir comme l'effet, pendant un temps donné et sur un espace défini, d'une activité humaine sur un facteur de l'environnement pris dans le sens large du terme (c'est-à-dire englobant les aspects biophysiques et humains), en comparaison de la situation probable advenant sans la réalisation du projet.

Les termes « impact » et « incidence » sont utilisés indifféremment dans la présente étude.

- L'analyse des incidences cumulées ([Chapitre 11](#)).
- L'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 ([Chapitre 12](#)).
- La conclusion de l'étude d'impact ([Chapitre 13](#)).
- Les auteurs de l'étude d'impact ([Chapitre 14](#)).

① L'analyse des incidences tient compte des effets directs et, le cas échéant, des effets indirects, cumulatifs, transfrontaliers, à court, moyen et long termes, permanents et temporaires, positifs et négatifs du projet/des modifications demandées.

Les annexes suivantes détaillant la description des ouvrages et installations du site en lien avec ses interactions avec l'environnement et les données d'entrée utilisées pour l'évaluation des incidences sur l'environnement et la santé humaine, accompagnent ces différents chapitres. Elles permettent d'appréhender dans le détail les hypothèses retenues pour chaque partie de l'étude d'impact :

- [Annexe 1](#) - Description des ouvrages de prélèvement d'eau et de rejet dans l'environnement
- [Annexe 2](#) - Traitement des effluents radioactifs liquides et gazeux
- [Annexe 3](#) - Description de la station de production d'eau déminéralisée (intégrant l'unité de dessalement)
- [Annexe 4](#) - Description des réseaux de collecte et de traitement des effluents non contaminables du site de flamanville (dont électrochloration)
- [Annexe 5](#) - Données chimiques liquides
- [Annexe 6](#) - Biodiversité
- [Annexe 7](#) - Population et santé humaine

Afin de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans la présente étude d'impact, celle-ci est précédée d'un résumé non technique des informations visées dans les paragraphes 2° à 12° de l'article R. 122-5 du code de l'environnement.

Interactions entre les facteurs de l'environnement

Les interactions entre les différents facteurs de l'environnement étudiés sont principalement prises en compte dans l'analyse des incidences du projet sur la biodiversité et la santé humaine. En effet, les scénarii d'exposition considèrent plusieurs voies de transfert liées aux différents milieux récepteurs.

Enfin, les bilans des suivis hydroécologiques et radioécologiques de l'environnement décrits respectivement au [Chapitre 4](#) et au [Chapitre 6](#) apportent une vision globale et agrégée de l'effet des rejets sur les différents milieux récepteurs ou leurs composantes.

Vulnérabilité du projet aux risques d'accidents ou de catastrophes majeurs – Mesures associées

En termes de vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs, la situation retenue parmi les différents accidents résultant de l'installation ou d'agressions externes est l'accident grave hypothétique avec fusion du cœur. Les conséquences de cet accident majeur sont présentées dans le [Paragraphe 1.4.2.4 du Chapitre \[1\] de l'Étude de Maîtrise des Risques de l'installation](#). Les dispositions prises pour limiter le risque de rejets dans le cadre de cet accident et les actions mises en œuvre pour en limiter les conséquences sont respectivement présentées aux [Paragraphe 1.3.5.4 et 1.4.1.4 du Chapitre \[1\] de l'Étude de Maîtrise des Risques](#) de l'installation. Ces mesures sont justifiées au regard du retour d'expérience national et international.

Vulnérabilité au changement climatique

En termes de vulnérabilité du projet au changement climatique, les agressions externes d'origine naturelle comme les conditions météorologiques ou climatiques extrêmes sont considérées dans la démonstration de sûreté nucléaire. Le niveau de référence de ces agressions prend en compte les évolutions climatiques. Elles sont présentées au [Paragraphe 1.5.2.2 du Chapitre \[1\] de l'Étude de Maîtrise des Risques](#).

1.3. PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE

Pour chaque compartiment de l'environnement, il est nécessaire d'évaluer et de déterminer le périmètre d'étude au sein duquel seront analysées les caractéristiques de l'état actuel de l'environnement et les conséquences sur celui-ci des incidences directes et indirectes du projet, à court et plus long terme.

L'aire d'étude est donc adaptée en permanence au sujet traité, et proportionnée aux enjeux de l'étude.

Ainsi, l'aire de l'étude comprend :

- **La zone d'emprise du site** qui couvre l'emprise foncière du périmètre des INB n° 108, n° 109, et n° 167 (la zone d'emprise du réacteur 3 (INB n° 167) est incluse dans la zone d'emprise globale du site avec les réacteurs 1 et 2 (INB n° 108 et n° 109)).
- **La zone d'influence de l'exploitation du site de Flamanville** qui peut varier selon le type d'interactions avec l'environnement et le milieu récepteur. Cette zone correspond aux espaces où l'exploitation des réacteurs 1, 2 et 3 est susceptible d'avoir des effets directs en raison de la nature du milieu affecté (masse d'eau, atmosphère, flore, faune...) et des effets indirects en raison des relations fonctionnelles entre les divers compartiments du milieu. Cette zone variable selon le compartiment étudié, **est retenue pour l'analyse des incidences**.
- **Une aire d'étude élargie** permettant de disposer d'une vision globale des enjeux environnementaux autour du site de Flamanville concerné par le projet. Cette aire élargie est **étudiée essentiellement pour la description de l'état actuel de l'environnement du site**.

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 2 -

Description du projet

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 2.....	7
2.1. DESCRIPTION DU PROJET.....	8
2.2. DESCRIPTION DU SITE.....	9
2.2.1. LOCALISATION DU SITE.....	9
2.2.2. PRÉSENTATION DU SITE.....	11
2.3. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS.....	15
2.3.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	15
2.3.2. DESCRIPTION DES OUVRAGES DE PRISE D'EAU.....	20
2.3.3. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS TRAITANT L'EAU PRÉLEVÉE.....	28
2.3.4. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS.....	30
2.3.5. DESCRIPTION DES OUVRAGES DE REJET DANS L'EAU.....	44
2.3.6. DESCRIPTION DES ÉMISSAIRES DE REJETS À L'ATMOSPHÈRE DU SITE.....	47
2.4. DESCRIPTION DE LA PHASE DE CHANTIER.....	51
2.5. INTERACTIONS AVEC L'ENVIRONNEMENT.....	52
2.5.1. PRÉLÈVEMENTS ET CONSOMMATION D'EAU.....	52
2.5.2. REJETS THERMIQUES.....	55
2.5.3. REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES ET À L'ATMOSPHÈRE.....	56
2.5.4. REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES LIQUIDES ET À L'ATMOSPHÈRE.....	62
2.5.5. RESTITUTION DES SÉDIMENTS LIÉS AUX OPÉRATIONS D'ENTRETIEN DES OUVRAGES DE PRÉLÈVEMENTS D'EAU EN MER.....	76
2.5.6. PRODUCTION DE DÉCHETS.....	77
2.5.7. ÉMISSIONS SONORES ET VIBRATOIRES.....	78
2.5.8. USAGE DES TERRES.....	79
2.5.9. AUTRES INTERACTIONS.....	79
2.5.10. SYNTHÈSE DES INTERACTIONS AVEC L'ENVIRONNEMENT.....	80

2.6. RAISONS DU CHOIX DU PROJET 82

TABLEAUX

Tableau 2.a :	Effluents rejetés dans le canal d'amenée	39
Tableau 2.b :	Effluents rejetés directement en mer	40
Tableau 2.c :	Effluents rejetés dans le canal d'amenée	41
Tableau 2.d :	Caractéristiques des principaux émissaires de rejet à l'atmosphère du site de Flamanville	50
Tableau 2.e :	Limites de prélèvement d'eau	55
Tableau 2.f :	Limites d'activité annuelles et de débit d'activité des effluents radioactifs liquides du site de Flamanville	58
Tableau 2.g :	Spectres des rejets d'effluents liquides radioactifs du site de Flamanville	59
Tableau 2.h :	Limites d'activité annuelles et de débit d'activité des rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère du site de Flamanville	60
Tableau 2.i :	Spectres des rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère du site de Flamanville....	61
Tableau 2.j :	Contribution aux rejets de métaux du site de Flamanville	67
Tableau 2.k :	Caractéristiques des rejets d'effluents chimiques en mer du site de Flamanville	70
Tableau 2.l :	Caractéristiques des rejets d'effluents chimiques à l'atmosphère du site de Flamanville retenues pour l'évaluation des incidences	75
Tableau 2.m :	Interactions des installations du site de Flamanville avec les compartiments de l'environnement	81

FIGURES

Figure 2.a :	Localisation du site de Flamanville, rayons de 5 et 10 km, schéma de localisation en France	10
Figure 2.b :	Vue aérienne du site de Flamanville	11
Figure 2.c :	Plan d'implantation des principaux ouvrages du site de Flamanville.....	14
Figure 2.d :	Schéma de fonctionnement d'un réacteur nucléaire refroidi en circuit ouvert – Sans aéroréfrigérant.....	16
Figure 2.e :	Circuit primaire – Schéma de la boucle avec pressuriseur.....	17
Figure 2.f :	Salle des machines du réacteur EPR	18
Figure 2.g :	Schéma simplifié du circuit secondaire (© EDF).....	19
Figure 2.h :	Ouvrages de prise d'eau et de rejets d'effluents liquides du site de Flamanville	20
Figure 2.i :	Stations De Pompage (SDP) des réacteurs 1, 2 et 3 – Vue panoramique.....	21
Figure 2.j :	Schéma de principe de la station de pompage d'eau de mer du réacteur EPR	23
Figure 2.k :	Localisation des stations de prélèvement d'eau douce du site et de la Dielette, Petit Douet et Grand Douet.....	25
Figure 2.l :	Schéma synoptique et vues des installations de pompage d'eau douce dans le Petit Douet et le Grand Douet	27
Figure 2.m :	Schéma synoptique et vues des installations de la station de pompage d'eau douce dans la Diélette.....	28
Figure 2.n :	Principe de collecte, traitement et contrôle des effluents.....	31
Figure 2.o :	Collecte, traitement et rejet des effluents radioactifs gazeux et des gaz extraits au condenseur.....	32
Figure 2.p :	Principe du système TEG de l'EPR	34
Figure 2.q :	Collecte, traitement et rejet des effluents radioactifs liquides	36
Figure 2.r :	Plan synoptique des émissaires secondaires après mise en service du réacteur EPR.....	42
Figure 2.s :	Schéma simplifié d'un ouvrage de rejet en mer	45
Figure 2.t :	Schéma de l'ouvrage de rejet du réacteur 3	46
Figure 2.u :	Cheminées des trois bâtiments des auxiliaires nucléaires	47
Figure 2.v :	Cheminée du bâtiment des auxiliaires nucléaires (HN) du réacteur 3.....	48
Figure 2.w :	Émissaires de rejets des effluents atmosphériques.....	49
Figure 2.x :	Schéma de formation des produits d'activation et produits de fission	57
Figure 2.y :	Proportions des masses de déchets issus de l'exploitation du réacteur 3 et exutoires correspondants.....	78

P RÉSENTATION DU CHAPITRE 2

L'objectif de ce chapitre est de décrire le site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) et de présenter les interactions liées à son fonctionnement avec l'environnement.

Le chapitre présente ainsi :

- [§ 2.1](#) : une description du projet ;
- [§ 2.2](#) : une description générale du site ;
- [§ 2.3](#) : une description des installations du site avec, notamment, une description du fonctionnement d'un réacteur et des principaux circuits, une description des installations de prise d'eau et de rejets d'effluents liquides et à l'atmosphère et une description des installations de traitement des effluents ;
- [§ 2.4](#) : une description de la phase de chantier ;
- [§ 2.5](#) : les interactions potentielles du site avec l'environnement en matière :
 - de prélèvement et consommation d'eau ;
 - de rejets thermiques ;
 - de rejets d'effluents radioactifs liquides et à l'atmosphère ;
 - de rejets d'effluents chimiques liquides et à l'atmosphère ;
 - de production de déchets ;
 - de nuisances, notamment les bruits et vibrations, les odeurs, l'emprise des sols, la consommation énergétique, le trafic routier et les émissions lumineuses.
- [§ 2.6](#) : les raisons du choix du projet ».

2.1.

DESCRIPTION DU PROJET

L'étude d'impact est réalisée dans le cadre de la mise en service du réacteur 3 de type EPR (Evolutioned Pressurized Reactor) mais dans la mesure où plusieurs installations sont communes aux réacteurs existants 1-2 et à l'EPR, l'ensemble du site est décrit en dissociant le cas échéant, les spécificités de l'EPR.

Le projet concerne l'exploitation du réacteur 3 de type EPR du site de Flamanville après sa mise en service. Conformément aux dispositions de l'article R. 593-29 du code de l'environnement, « La mise en service d'une installation nucléaire de base correspond à la première mise en œuvre de substances radioactives dans l'installation ou à la première mise en œuvre d'un faisceau de particules ».

Le réacteur 3 du site de Flamanville constitue une installation nucléaire de base (INB), l'INB 167. Les réacteurs 1 et 2 constituent les INB 108 et 109.

La création du réacteur 3 de type EPR sur le site Flamanville a été autorisée par le décret n° 2007-534 du 10 avril 2007 modifié.

Ce décret d'autorisation modifié a été complété par des décisions ASN, notamment :

- les décisions portant sur les prélèvements et les rejets des effluents dans l'environnement (décisions individuelles du site) : Décision n° 2018-DC-0639 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les valeurs limites de rejet dans l'environnement des effluents des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville. Cette décision n'a pas fait l'objet d'un arrêté ministériel d'homologation. L'homologation a été acquise au titre de la disposition du III de l'article 3 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 codifiée à l'article R. 592-19 du code de l'environnement, et la Décision n° 2018-DC-0640 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville ;
- la décision relative à la conception et à la construction ainsi que celle relative aux essais de démarrage : Décision n° 2013-DC-0347 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 7 mai 2013 fixant à Électricité de France - Société Anonyme (EDF-SA) les prescriptions relatives au site électronucléaire de Flamanville (Manche) pour les essais de démarrage du réacteur « Flamanville 3 » (INB n° 167) et modifiant la Décision n° 2008-DC-0114 de l'Autorité de sûreté nucléaire fixant à Électricité de France - Société Anonyme (EDF-SA) les prescriptions relatives au site électronucléaire de Flamanville (Manche) pour la conception et la construction du réacteur « Flamanville 3 » (INB n° 167) et pour l'exploitation des réacteurs « Flamanville 1 » (INB n° 108) et « Flamanville 2 » (INB n° 109) ;
- la décision d'autorisation de mise en service partielle du réacteur 3, n° 2020-DC-0693 du 8 octobre 2020.

La création du réacteur 3 (EPR) du site de Flamanville a entraîné par ailleurs l'adaptation du réseau de transport d'électricité au travers de l'établissement de la ligne électrique à très haute tension « Cotentin-Maine » dont le maître d'ouvrage est RTE.

Cette ligne, mise en service en 2013, a notamment fait l'objet des arrêtés suivants :

- arrêté du 25 juin 2010 portant déclaration d'utilité publique d'ouvrages d'énergie électrique de la ligne à très haute tension « Cotentin-Maine » ;
- arrêté du 24 novembre 2011 du préfet de la Manche accordant à la société Réseau de Transport d'Électricité (RTE) un permis de construire des pylônes pour la ligne électrique aérienne dite « Cotentin-Maine ».

Conformément à la réglementation alors en vigueur, la construction du réacteur 3 du site de Flamanville constituait un projet distinct du projet de construction de la ligne à très haute tension « Cotentin-Maine ».

Enfin, la mise en service du réacteur 3 du site de Flamanville ne remet pas en cause l'étude d'impact relative à la ligne électrique « Cotentin-Maine », l'étude d'impact de ce projet indépendant tenant compte de la puissance électrique supplémentaire produite par le réacteur EPR.

Au vu de ces éléments, la présente étude d'impact n'inclut pas la ligne très haute tension « Cotentin-Maine ».

2.2. DESCRIPTION DU SITE

2.2.1. LOCALISATION DU SITE

Le site de Flamanville est situé au bord de la Manche, au pied des falaises granitiques au nord-ouest de la presqu'île du Cotentin, dans le département de la Manche, en région Basse-Normandie. Il a été constitué par déroctage partiel de la falaise côté Est et remblaiement sur la mer côté Ouest. Il représente une superficie d'environ 120 ha, dont la moitié en emprise sur la mer.

Le site se trouve sur le territoire de la commune de Flamanville, canton des Pieux, dans le département de la Manche. La ville de Cherbourg est à 21 km au nord-est et l'usine ORANO de la Hague est à environ 16 km au nord.

Les communes et hameaux avoisinants (dans un rayon de 5 km) sont :

- à l'Est : Flamanville (1 km) ;
- à l'Est/Sud-Est : Les Pieux (5 km) ;
- au Nord-Est : le port de Diélette (1 km).

La [Figure 2.a](#) illustre la localisation du site.



Figure 2.a : Localisation du site de Flamanville, rayons de 5 et 10 km, schéma de localisation en France

2.2.2. PRÉSENTATION DU SITE

Le site est constitué des réacteurs nucléaires 1 et 2 actuellement en fonctionnement qui constituent le Centre Nucléaire de Production d'Électricité (CNPE) de Flamanville décrit au [Paragraphe 2.2.2.1](#), et du réacteur nucléaire 3 (de type EPR) décrit au [Paragraphe 2.2.2.2](#).

Les installations mises en commun pour les besoins des réacteurs 1, 2 et 3 sont décrites au [Paragraphe 2.2.2.3](#).

Une vue aérienne du site est présentée [Figure 2.b](#).

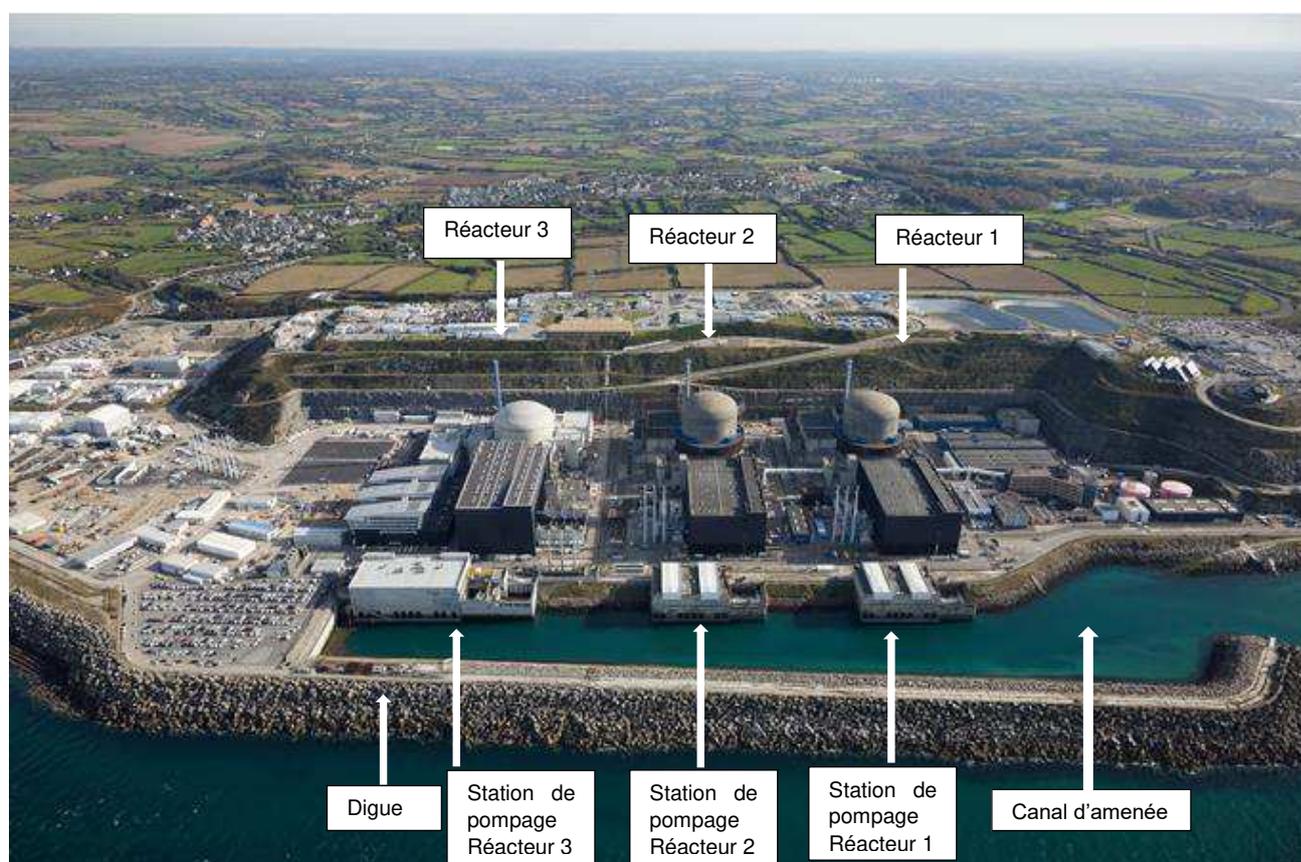


Figure 2.b : Vue aérienne du site de Flamanville

2.2.2.1. PRÉSENTATION DU CNPE

Le CNPE de Flamanville comprend deux réacteurs nucléaires en service de conception identique, de type à eau sous pression, d'une puissance de 1300 MWe chacun, refroidis en circuit ouvert à l'eau de mer (INB n° 108 et INB n° 109).

La surface des INB des réacteurs 1 et 2 est d'environ 1 033 350 m².

Ces réacteurs sont installés sur une plate-forme réalisée par excavation de la falaise à 12,40 m NGF¹. Les matériaux extraits ont été mis en remblais en mer à l'abri de digues et prolongent la plate-forme à 12,40 m NGF.

¹ NGF : le Nivellement Général de la France constitue un réseau de repères altimétriques disséminés sur le territoire français métropolitain continental, ainsi qu'en Corse, dont l'IGN a aujourd'hui la charge. Ce réseau est actuellement le réseau de nivellement officiel en France métropolitaine.

L'altitude de la falaise est d'environ 80 m NGF.

L'ensemble de ces deux réacteurs comporte principalement :

- deux bâtiments réacteurs abritant chacun une chaudière nucléaire à eau ordinaire sous pression, à quatre boucles de refroidissement, de technologie Westinghouse, dont la puissance thermique nominale garantie est de 3 817 MWth ;
- deux bâtiments combustibles ;
- deux bâtiments des auxiliaires nucléaires ;
- deux postes de transformation et d'évacuation de l'énergie ;
- deux salles des machines avec leurs postes d'eau (installations de production d'énergie électrique dont la puissance électrique est d'environ 1300 MWe) ;
- une station de déminéralisation ;
- des ouvrages d'eau (prise d'eau, canal de prise, rejet...), ainsi que des émissaires de rejet secondaires ;
- deux aires d'entreposage de déchets : l'aire TFA pour les déchets nucléaires très faiblement actifs et l'aire de transit pour les déchets conventionnels ;
- des locaux administratifs, ateliers, magasins, laverie... ;
- deux cheminées de ventilation rejetant les effluents radioactifs gazeux à environ 110 m NGF.

Les mises en service industrielles des deux réacteurs de la centrale nucléaire de Flamanville ont eu lieu en décembre 1985 pour le réacteur 1, et juillet 1986 pour le réacteur 2.

2.2.2.2. PRÉSENTATION DU RÉACTEUR 3

Le réacteur 3 du site de Flamanville constitue une Installation Nucléaire de Base (INB) au sens de l'article L. 593-2 du code de l'environnement (INB n° 167).

La surface de l'INB du réacteur 3 est d'environ 94 600 m².

L'ensemble de l'îlot nucléaire est implanté côté Est (côté falaise) sur le rocher. Son bâtiment réacteur est aligné sur l'axe des bâtiments réacteurs des réacteurs 1 et 2.

L'EPR est un réacteur à fission à eau pressurisée d'une puissance électrique de 1675 MWe net de conception franco-allemande en filiation directe avec les réacteurs français de type N4 (dernier palier français, réacteur à eau pressurisée de 1450 MWe, muni de quatre boucles) et les réacteurs allemands de type KONVOI. L'évolution du contexte international, l'internationalisation croissante des questions de sûreté et la construction européenne ont conduit au développement de ce réacteur franco-allemand.

Ce réacteur est dit de troisième génération. Il s'agit d'une voie évolutionnaire dont la conception est directement dérivée des réacteurs à eau légère et uranium légèrement enrichi aujourd'hui en exploitation. Ce choix est guidé par la volonté de bénéficier au mieux de l'ensemble du retour d'expérience acquis en matière de conception et d'exploitation.

Le réacteur EPR est composé des bâtiments suivants :

- le bâtiment réacteur (HR) qui abrite principalement la chaudière nucléaire ;
- les bâtiments des auxiliaires de sauvegarde (HL) et électriques répartis selon quatre divisions contenant chacune un train de systèmes secourus avec systèmes électriques supports ;
- le bâtiment combustible (HK) ;
- le bâtiment des auxiliaires nucléaires (HN) ;
- les bâtiments des groupes électrogènes diesels (HD) ;
- la salle des machines (HM) avec le groupe turbo-alternateur, le condenseur, l'installation d'eau d'alimentation et le poste extérieur ;
- le bâtiment des systèmes électriques de l'îlot conventionnel (HF) ;
- le transformateur principal et la plate-forme d'évacuation d'énergie (HT) ;
- la station de pompage (HP, située dans le prolongement des stations de pompage des réacteurs 1 et 2) ;
- le bâtiment de traitement des effluents (HQ) ;
- la tour d'accès ;
- le pôle opérationnel d'exploitation (HB) ;
- des bâtiments de site.

2.2.2.3. INSTALLATIONS MISES EN COMMUN POUR LES BESOINS DES RÉACTEURS 1-2 ET EPR

Les réacteurs 1-2 et le réacteur 3 (EPR) utiliseront des ouvrages communs au site de Flamanville. Ces ouvrages sont déjà existants et suffisamment dimensionnés pour l'ensemble des trois réacteurs ou nécessitent un réaménagement avec la construction du réacteur EPR.

Ces ouvrages sont détaillés ci-après :

- les ouvrages de prise d'eau douce initialement dimensionnés pour répondre aux besoins en eau douce de quatre réacteurs ;
- la production d'eau déminéralisée : composée d'une installation de dessalement et d'une installation de déminéralisation par résine échangeuses d'ions. La production d'eau déminéralisée pour l'exploitation des réacteurs 1 et 2 du CNPE de Flamanville est assurée par deux chaînes de déminéralisation par résines échangeuses d'ions. Pour augmenter la capacité de production avec la mise en service du réacteur EPR, le choix s'est porté d'ajouter une unité de dessalement. Cette dernière, lorsqu'elle sera totalement opérationnelle, assurera la production de base pour les trois réacteurs ;
- l'huilerie ;
- le bâtiment de sécurité ;
- la station d'épuration dont la capacité de traitement a été adaptée pour les trois réacteurs ;
- les ateliers chaud et froid : l'atelier chaud est réaménagé pour une utilisation par les trois unités de production, l'atelier froid est intégré au pôle opérationnel d'exploitation de l'EPR et mis à disposition des trois réacteurs ;
- la laverie adaptée pour prendre en charge le linge des trois réacteurs ;
- l'atelier de décontamination réaménagé pour prendre en charge les activités de décontamination des matériels des trois réacteurs ;

- les réservoirs T (KER) : afin de prendre en compte les volumes d'effluents générés par le réacteur EPR, trois réservoirs sont ajoutés, doublant la capacité existante pour la porter à six réservoirs de 750 m³ conduisant ainsi à une capacité totale égale à celle d'un site quatre réacteurs de bord de mer ;
- les réservoirs Ex (SEK) : afin de prendre en compte les volumes d'effluents générés par le réacteur EPR, deux réservoirs sont mis en service (car construits à l'origine), doublant la capacité existante pour la porter à quatre réservoirs de 750 m³ ;
- les réservoirs S (TER) : ces réservoirs restent vides en fonctionnement normal. Le site de Flamanville est équipé dès l'origine d'une capacité égale à celle d'un site quatre réacteurs de bord de mer. Aucune extension n'a été nécessaire.

La [Figure 2.c](#) illustre le positionnement de ces principaux ouvrages.

[

]

Figure 2.c : Plan d'implantation des principaux ouvrages du site de Flamanville

2.3.

DESCRIPTION DES INSTALLATIONS

2.3.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le principe de fonctionnement est le même pour les réacteurs 1 et 2 et le réacteur 3.

Dans une centrale nucléaire, comme dans toute centrale thermique, l'énergie libérée par un combustible sous forme de chaleur est transformée en énergie mécanique puis électrique. Dans une centrale thermique classique, la chaleur provient de la combustion du charbon ou du fuel ; dans une centrale nucléaire, elle provient de la fission des noyaux d'uranium.

Lorsqu'un neutron vient heurter un noyau d'uranium contenu dans le combustible nucléaire, celui-ci se casse en libérant d'autres neutrons et de l'énergie sous forme de chaleur. Les neutrons libérés vont percuter d'autres noyaux d'uranium et ainsi de suite : la réaction s'auto-entretient, on parle alors de réaction en chaîne.

L'eau est le fluide caloporteur qui assure le transfert de la chaleur du réacteur au générateur de vapeur. La vapeur ainsi produite actionne la turbine. La vapeur est ensuite condensée au niveau du condenseur du circuit de refroidissement, ce dernier pouvant être de type fermé sur réfrigérant atmosphérique ou ouvert comme c'est le cas pour les trois réacteurs du site de Flamanville. La [Figure 2.d](#) offre une représentation schématique de ce type d'installation.

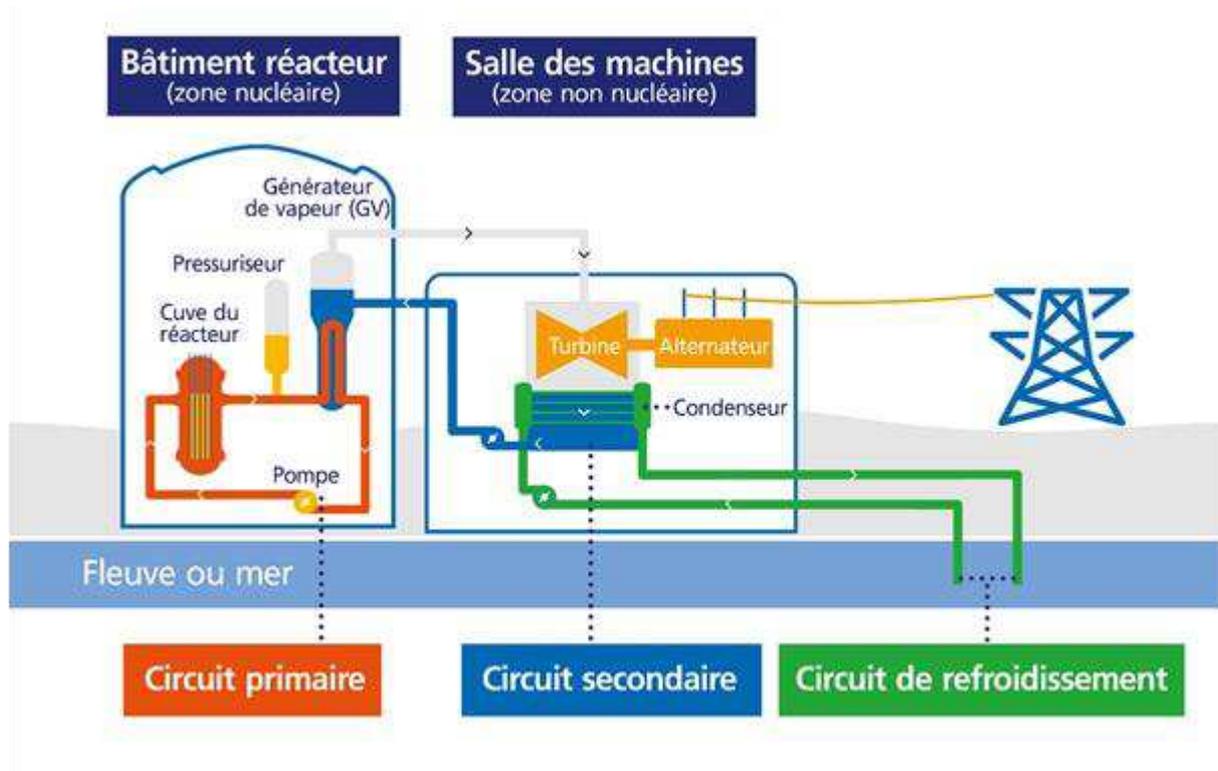


Figure 2.d : Schéma de fonctionnement d'un réacteur nucléaire refroidi en circuit ouvert – Sans aéroréfrigérant

De la **source de chaleur** (le combustible nucléaire) à la source froide (la mer), une centrale nucléaire de type REP refroidie en circuit ouvert comporte trois circuits physiquement séparés :

- le **circuit primaire** extrait la chaleur produite par le combustible dans le réacteur ;
- le **circuit secondaire**, avec cette chaleur, transforme l'eau en vapeur alimentant la turbine qui entraîne l'alternateur qui produit l'électricité ;
- le **circuit de refroidissement** (système CRF) permet de condenser la vapeur utilisée pour entraîner la turbine du circuit secondaire.

2.3.1.1. LE CIRCUIT PRIMAIRE

Le **circuit primaire** extrait la chaleur produite par la réaction nucléaire et la transfère à un autre circuit complètement séparé : le circuit secondaire. Le circuit primaire est constitué essentiellement du réacteur et de quatre boucles de refroidissement. Tous ces éléments sont enfermés dans une double enceinte en béton (la plus interne étant en béton précontraint) constituant le bâtiment réacteur.

Le réacteur est une cuve métallique enfermant le combustible nucléaire (cœur du réacteur). Il est équipé de barres de commande qui permettent le contrôle de la réaction nucléaire et de quatre boucles permettant d'échanger la chaleur du circuit primaire avec le circuit secondaire.

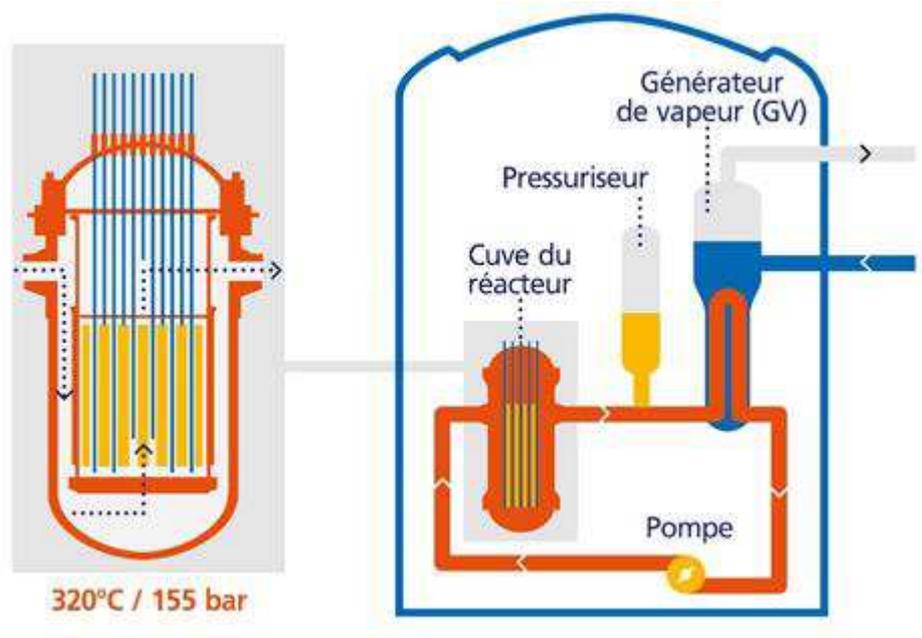


Figure 2.e : Circuit primaire – Schéma de la boucle avec pressuriseur

Chaque boucle est constituée :

- d'un générateur de vapeur où la chaleur du circuit est transférée au circuit secondaire, par échauffement et vaporisation de l'eau secondaire ;
- d'une pompe primaire qui, à la sortie du générateur de vapeur, renvoie l'eau du circuit primaire vers la cuve du réacteur.

Sur l'une des boucles est installé un pressuriseur qui maintient l'eau du circuit primaire (environ 320°C) sous forte pression (155 bar) en phase liquide.

2.3.1.2. LE CIRCUIT SECONDAIRE

À côté du bâtiment réacteur, la salle des machines (Cf. [Figure 2.f](#)) abrite le groupe turbo-alternateur, producteur d'électricité.



Figure 2.f : Salle des machines du réacteur EPR

À la sortie de chaque générateur de vapeur, la vapeur est collectée par des tuyauteries qui sortent du bâtiment réacteur (environ 270°C et 70 bar) et viennent alimenter la turbine qui tourne à 1 500 tours/minutes couplée à l'alternateur qui délivre le courant électrique sur le réseau national haute tension par l'intermédiaire du transformateur.

La vapeur sortant de la turbine est ramenée à l'état liquide (environ 40°C et moins de 1 bar) dans le condenseur. Puis cette eau est renvoyée au générateur de vapeur et recommence un nouveau cycle.

La [Figure 2.g](#) présente un schéma simplifié du circuit secondaire.

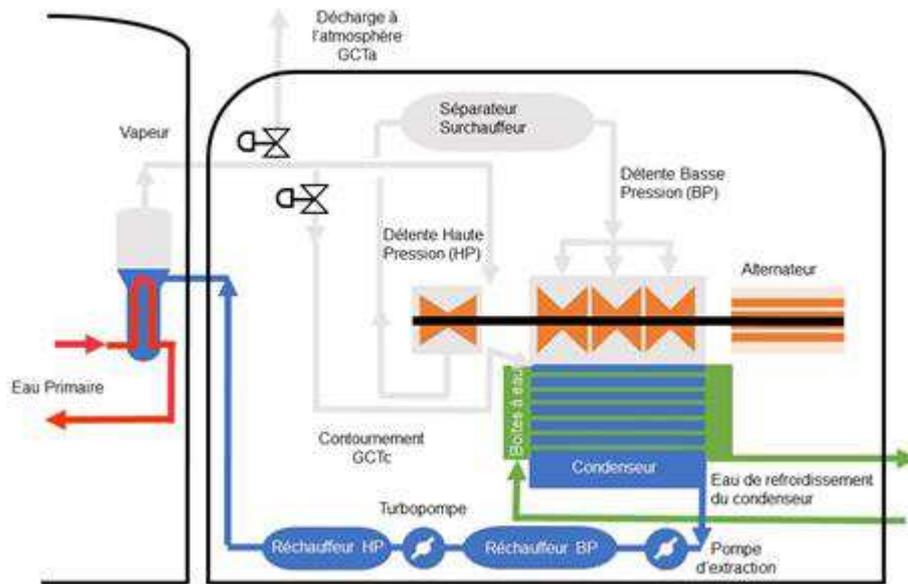


Figure 2.g : Schéma simplifié du circuit secondaire (© EDF)

2.3.1.3. LE CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT DU CONDENSEUR (CIRCUIT TERTIAIRE)

Le condenseur, qui a pour fonction de condenser la vapeur issue de la turbine sur une surface froide, est refroidi grâce à l'eau d'un troisième circuit, ou circuit de refroidissement, qui est complètement indépendant des deux autres. Ce circuit est le seul qui est directement connecté à l'environnement. L'eau circule dans les tubes du condenseur et absorbe la quantité de chaleur nécessaire à la condensation de la vapeur du circuit secondaire.

Chaque réacteur du site de Flamanville est équipé d'un circuit de refroidissement du condenseur de type ouvert. Dans ce cas, la source froide alimentant le circuit de refroidissement est l'eau de la mer. Cette eau est directement pompée en mer via le canal d'amenée, elle est traitée, filtrée et circule dans les tubes du condenseur où elle se réchauffe puis elle est, presque immédiatement, intégralement restituée au milieu via des galeries de rejets en mer.

Pour éviter toute prolifération de la flore et de la faune marine dans les circuits de réfrigération de chaque réacteur, un traitement de l'eau est effectué (Cf. [Paragraphe 2.3.3.1](#)).

2.3.2. DESCRIPTION DES OUVRAGES DE PRISE D'EAU

Le site de Flamanville prélève de l'eau dans :

- La mer de la Manche, pour l'alimentation des circuits de refroidissement, le système d'électrochloration, le lavage des tambours filtrants et la production d'eau déminéralisée à partir de l'unité de dessalement (SDS).
- Les trois rivières Grand Douet, Petit Douet et La Diélette, pour la production d'eau déminéralisée pour les circuits primaires et secondaires des trois réacteurs, pour l'alimentation en eau du réseau de lutte contre l'incendie du site et pour divers usages industriels.

L'alimentation en eau potable du site est réalisée via le réseau d'eau potable public, dans le cadre d'un accord avec la collectivité de Les Pieux, notamment pour les besoins sanitaires du personnel et pour l'alimentation des laveries.

Pour le maintien à sec de l'emprise de travaux de génie civil, le site peut également prélever de l'eau dans la nappe phréatique sous-jacente.

Les prélèvements d'eau du site de Flamanville sont effectués par l'intermédiaire de deux types d'ouvrages :

- Les ouvrages de prise d'eau en mer ;
- Les ouvrages de prélèvement d'eau dans les rivières Grand Douet, Petit Douet et La Diélette.

Ces ouvrages de prélèvements pour les besoins en eau de refroidissement et en eau industrielle sont décrits dans les paragraphes suivants.

Une description détaillée de ces ouvrages est donnée en [Annexe 1](#), leur emplacement est indiqué sur la [Figure 2.h](#).

L'ensemble des besoins en eau du site, origines et volumes en jeu, sont détaillés au Paragraphe [2.5.1](#).

[

]

Figure 2.h : Ouvrages de prise d'eau et de rejets d'effluents liquides du site de Flamanville

2.3.2.1. OUVRAGES DE PRISE D'EAU EN MER DES RÉACTEURS 1 ET 2

Pour les réacteurs 1 et 2, l'eau de mer prélevée dans le canal d'aménée alimente :

- le circuit d'eau de circulation (CRF) : eau de réfrigération des condenseurs et des auxiliaires conventionnels (SRI) ;
- le circuit d'eau brute secourue (SEC) des auxiliaires nucléaires (RRI) dont les calories doivent être évacuées en toutes circonstances ;
- le circuit de traitement d'eau de circulation par injection de chlore actif obtenu à partir de l'électrolyse de l'eau de mer (CTE) ;
- le circuit d'alimentation des pompes de lavage des tambours filtrants (CFI) ;
- le circuit de production d'eau déminéralisée à partir d'eau de mer (SDS).

Les stations de pompage (SDP) des réacteurs 1 et 2 sont installées côte à côte dans le canal d'aménée (Cf. [Figure 2.b](#)). Ce sont des ouvrages en béton armé. Les SDP sont entièrement indépendantes l'une de l'autre en ce qui concerne le système de circulation de l'eau de refroidissement du condenseur (CRF). Chaque réacteur a sa propre station de pompage dédiée. Le tracé, la forme du canal et la présence de la digue permettent de réduire les plus fortes houles à un clapotis de l'ordre de 30 à 50 cm devant les stations de pompage. Le canal d'alimentation a une largeur approximative à la base de 50 m.

Le long de chaque station de pompage, une passerelle flottante équipée d'une plaque plongeante permet d'arrêter les corps flottants de grande dimension et les nappes d'hydrocarbures.

Chaque station de pompage des réacteurs 1 et 2 est composée de deux voies d'eau comprenant les pompes CRF (une pompe pour chacune de ces deux voies), situées à l'aval des grilles et des tambours filtrants CFI (préfiltration et filtration de l'eau brute). Ces pompes sont d'une capacité identique de 21,5 m³/s en moyenne chacune, soit environ 80 000 m³/h.

Ce débit peut varier selon le marnage (environ 20 %).

Quatre batardeaux permettent d'isoler les quatre files du circuit de filtration d'eau de mer.

Des cadres en inox, supportant des rampes équipées de buses, sont placés dans les guidages des batardeaux lorsque ceux-ci sont enlevés pour pratiquer l'injection de chlore actif.

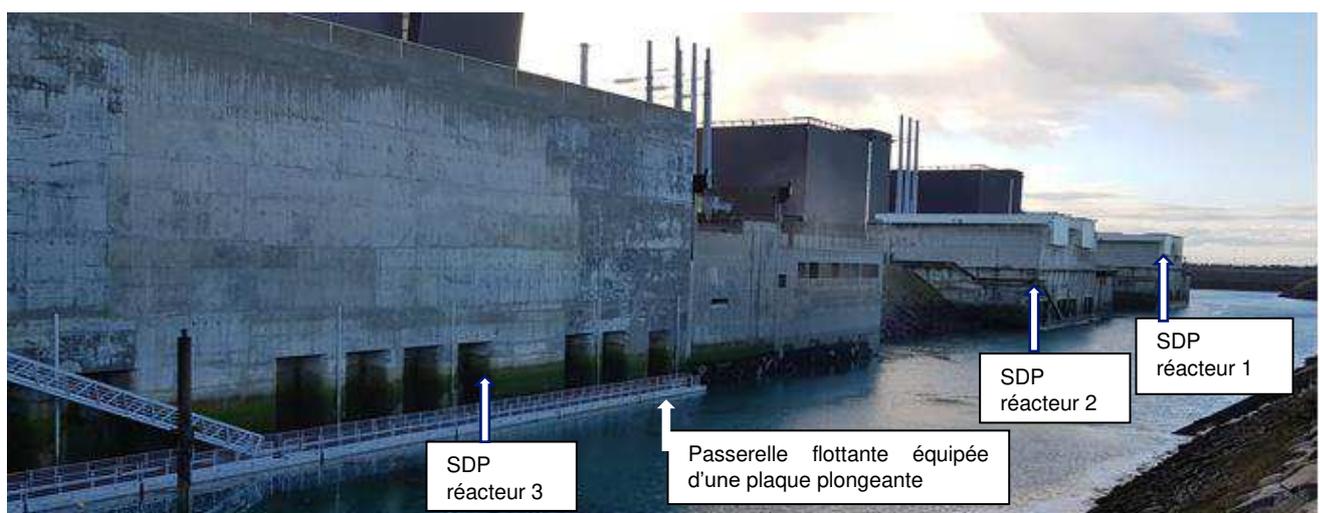


Figure 2.i : Stations De Pompage (SDP) des réacteurs 1, 2 et 3 – Vue panoramique

2.3.2.2. OUVRAGES DE PRISE D'EAU EN MER DU RÉACTEUR 3

Pour le réacteur 3, l'eau de mer prélevée dans le canal d'amenée alimente :

- le circuit d'eau de circulation (CRF) : eau de réfrigération des condenseurs ;
- le circuit d'eau brute de réfrigération intermédiaire (SEN) des auxiliaires conventionnels (SRI, CVI) ;
- le circuit d'eau brute pour l'évacuation ultime (SRU) ;
- le circuit d'eau brute secourue (SEC) des auxiliaires nucléaires (RRI) dont les calories doivent être évacuées en toutes circonstances ;
- le circuit de traitement d'eau de circulation par injection d'hypochlorite de sodium obtenu à partir de l'électrolyse de l'eau de mer (CTE) ;
- le circuit d'alimentation des pompes de lavage des tambours filtrants (CFI).

La **station de pompage du nouveau réacteur EPR** est installée dans le canal d'amenée, à côté de la station de pompage du réacteur 2 comme l'indique la [Figure 2.h](#).

Pour que l'eau alimentant le réacteur 3 puisse être captée directement dans le canal d'amenée, ce dernier a été prolongé d'environ 150 m. La partie du canal d'alimentation prolongée présente une largeur approximative à la base de 30 m.

La **station de pompage de l'EPR** est composée de quatre voies d'eau, comprenant :

- pour deux d'entre elles (voies d'eau centrales) :
 - chacune une pompe de circulation dite CRF ;
 - chacune une file d'eau brute secourue (SEC) ;
- pour les deux autres (voies d'eau latérales) :
 - chacune une file d'eau brute secourue (SEC) ;
 - le circuit d'eau brute d'ultime secours (SRU) ;
 - le circuit d'eau de réfrigération (SEN) des auxiliaires conventionnels (SRI, CVI).
 - le circuit de traitement d'eau de circulation par injection d'hypochlorite de sodium obtenu à partir de l'électrolyse de l'eau de mer (CTE)

Il est à noter que l'installation permet de ligner l'aspiration des pompes SEC, SEN et SRU sur une autre voie de filtration en cas d'indisponibilité de la voie d'origine (**principe dit de banalisation**).

La filtration au niveau des voies centrales est assurée par un Tambour Filtrant (TF). Le tambour filtrant permet d'éviter l'aspiration d'objets et d'organismes dont la taille est supérieure à 5 mm. La filtration sur les voies centrales est une filtration combinée CRF/SEC.

Les deux voies latérales, implantées de part et d'autre des voies CRF, sont des prises d'eau de dimensions réduites avec filtration par filtre à chaînes (FAC). La filtration sur les voies latérales est une filtration combinée SEC/SEN.

Les principales évolutions de la station de pompage du réacteur EPR par rapport à celles des réacteurs 1-2 sont les suivantes :

- ajout de deux voies d'eau latérales supplémentaires pour alimentation des deux trains SEC supplémentaires ;
- en cas d'indisponibilité de la station de pompage, il est prévu la possibilité de prendre l'eau pour les circuits SEC et SRU dans le bassin de rejet et non plus dans le canal d'amenée, via une canalisation noyée dans le radier (**principe de diversification**). Dans cette configuration, la galerie de rejet en mer fait alors office de prise d'eau.

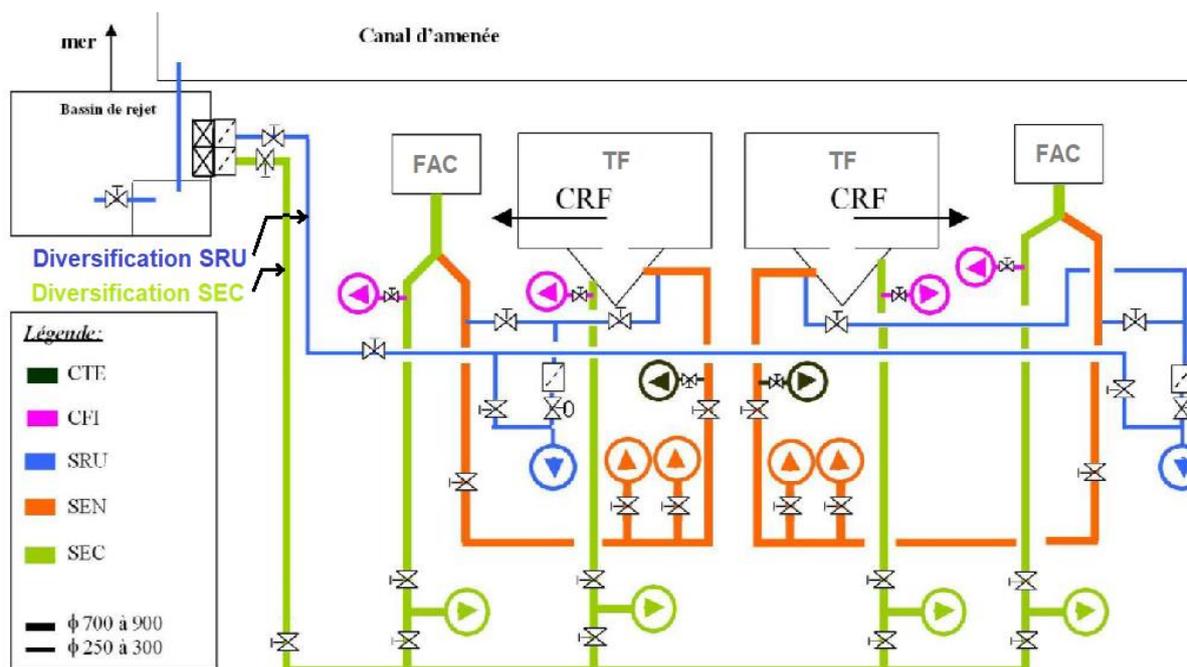


Figure 2.j : Schéma de principe de la station de pompage d'eau de mer du réacteur EPR

L'emplacement de ces ouvrages de prise d'eau est donné dans la [Figure 2.h](#).

Une description plus détaillée de ces ouvrages et de leur fonctionnement se trouve en [Annexe 1](#).

2.3.2.3. RACCORDEMENT AU RÉSEAU POTABLE PUBLIC

Les installations sanitaires du site et les restaurants d'entreprise des bâtiments sont alimentés en eau potable par le réseau public de distribution de l'eau potable géré par la communauté de commune de Les Pieux.

L'eau potable est acheminée sur le site par deux canalisations qui sont munies chacune d'un disconnecteur pour éviter les phénomènes de retour d'eau.

2.3.2.4. OUVRAGES DE PRÉLÈVEMENTS D'EAU EN NAPPE

Le site de Flamanville ne dispose pas d'ouvrages de prélèvement d'eau en nappe.

Cependant, dans le cadre de la mise en œuvre de travaux de génie civil, il peut être nécessaire de réaliser des excavations (réalisation de tranchées, substitutions de terrain sous les fondations d'un ouvrage). En fonction de leur profondeur, le niveau bas de ces excavations peut se trouver sous le niveau de la nappe. Pour que les travaux puissent être réalisés au sec, l'eau de nappe en fond de fouille est pompée et rejetée vers le réseau SEO. De l'eau de nappe peut également être prélevée pour d'éventuels besoins en assainissement de la nappe phréatique. Les volumes pompés restent en deçà des seuils déclaratifs de l'article R. 214-1 du code de l'environnement.

2.3.2.5. INSTALLATIONS D'APPOINT ULTIME

Mises en œuvre suite au Retour d'EXpérience (REX) de l'accident de Fukushima, les installations d'appoint ultime constituent un moyen complémentaire d'ultime secours destiné à assurer l'évacuation de la puissance résiduelle du réacteur en réalimentant :

- la bêche ASG (système d'alimentation auxiliaire de secours des Générateurs de Vapeur (GV)) ;
- la piscine BK (piscine d'entreposage du combustible).

La bêche ASG et la piscine BK sont alimentées par la bêche JAC (production d'eau incendie classée) elle-même alimentée soit en eau de mer via l'unité de dessalement SDS, soit en eau prélevée dans les rivières Petit Douet, Grand Douet, ou la Diélette via l'installation de déminéralisation SDA (en passant par les bêches SER).

2.3.2.6. OUVRAGES DE PRÉLÈVEMENT D'EAU EN RIVIÈRE

Les prélèvements en eau douce, pour les trois réacteurs, sont effectués dans les trois rivières suivantes :

- le Petit Douet (Cf. [Figure 2.l](#)) ;
- le Grand Douet (Cf. [Figure 2.l](#)) ;
- la Diélette (Cf. [Figure 2.m](#)).

Une dérivation est pratiquée du Grand Douet vers le Petit Douet. Elle est autorisée pour un prélèvement maximum de 31 L/s.

La localisation des stations de prélèvements d'eau douce du site est présentée sur la [Figure 2.k](#).

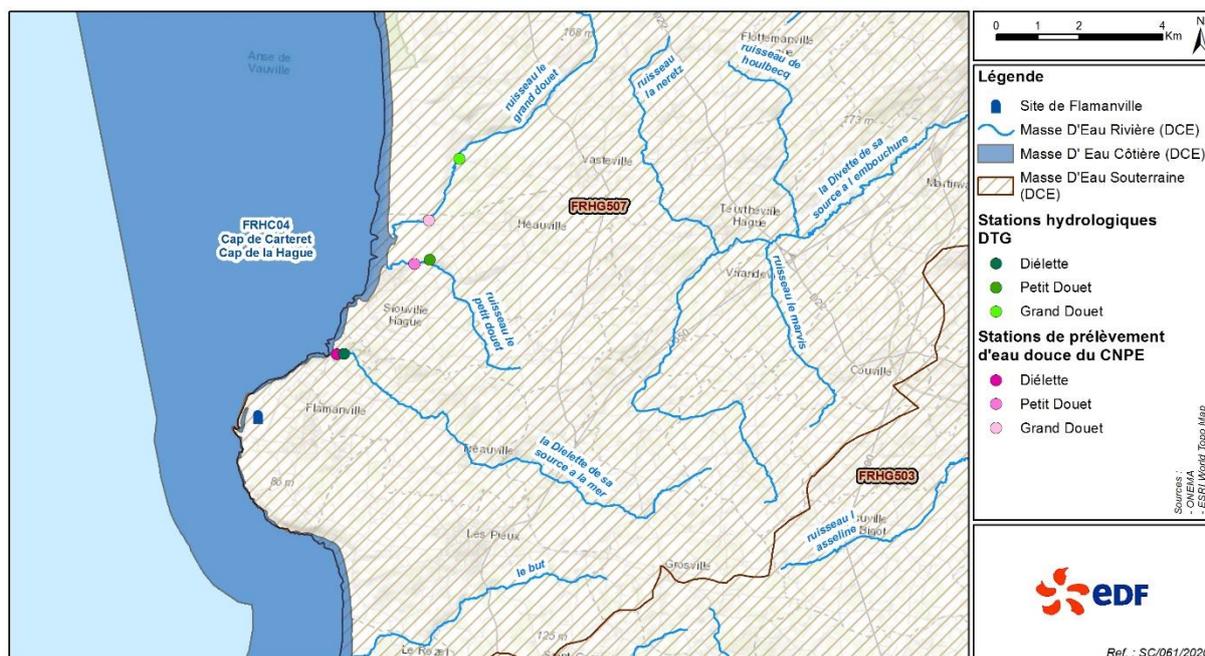


Figure 2.k : Localisation des stations de prélèvement d'eau douce du site et de la Diélette, Petit Douet et Grand Douet

Les prélèvements sont effectués au moyen de deux ouvrages communs à l'ensemble des trois réacteurs.

Deux stations de pompage permettent de subvenir aux besoins du site à partir des eaux douces superficielles :

- Une station sur le Petit Douet (Cf. [Figure 2.l](#)). Le pompage autorisé au niveau de cette station (située à Siouville) est de :
 - 45 L/s en régime normal ;
 - 83 L/s en régime exceptionnel (c'est-à-dire en cas d'indisponibilité de la station de pompage de Diélette).

Les débits précédents incluent l'apport du Grand Douet.

- Une station sur la Diélette (située à Diélette) (Cf. [Figure 2.m](#)), pour laquelle le débit de pompage autorisé est de 45 L/s et exceptionnellement de 68 L/s (en cas d'indisponibilité de la station de pompage de Siouville).

Elles se composent respectivement de deux et trois pompes d'une capacité respective d'environ 120 m³/h et 100 m³/h chacune, mais une seule pompe est en fonctionnement à la fois dans chaque station. Il est possible d'utiliser une seule station ou les deux stations à la fois (le débit global est alors de 180 m³/h, compte-tenu des pertes de charge).

Les régimes exceptionnels pour la Diélette et le Petit Douet ne sont autorisés qu'en cas d'indisponibilité de l'une des stations de pompage et doivent être de courte durée.

Le prélèvement total annuel en eau douce autorisé ne peut excéder 1.10⁶ m³ (il peut être augmenté de 6.10⁴ m³ par mois d'indisponibilité de l'unité de dessalement (hors période de maintenance), après accord de l'Autorité de sûreté nucléaire, dans la limite de 1,8 10⁵ m³).

L'acheminement de l'eau pompée dans les trois cours d'eau vers le site de Flamanville est réalisé par le biais des conduites suivantes :

- dérivation d'une partie des eaux du Grand Douet vers le Petit Douet (fonctionnement gravitaire) ;
- conduite permettant l'acheminement des eaux prélevées dans le Petit Douet ou le Grand Douet vers la station de pompage de Siouville ;
- conduite permettant l'acheminement des eaux prélevées dans la Diélette vers la station de pompage de Diélette ;
- conduite unique située au refoulement des stations de pompage de Siouville et de Diélette, permettant le remplissage de l'un ou l'autre des deux bassins du système d'eau à déminéraliser SEA du site.

Dans chaque station de pompage, l'eau pompée est filtrée au travers d'une grille à barreaux et d'un tambour filtrant (maille 5 mm) avant d'être stockée dans l'un des bassins SEA.

Installés en un point haut du site de Flamanville, sur la falaise, les deux bassins de stockage, de même capacité, sont communicants avec possibilité d'isolement pour la vidange de l'un d'eux lors des opérations de nettoyage (élimination des boues éventuelles via une filière déchets).

Ils constituent une réserve totale d'un volume d'environ 140 000 m³ (70 000 m³ chacun).

Le bassin SEA Nord sera principalement dédié à la réserve d'eau d'ultime secours (appoint ultime) des trois réacteurs.

Le volume de stockage du bassin SEA Sud permet de constituer une réserve d'eau douce suffisante pendant les périodes d'étiage au cours desquelles le respect des débits réservés des cours d'eau restreint le pompage autorisé. Cette réserve permet principalement d'alimenter en eau douce l'installation de production d'eau déminéralisée par résines échangeuses d'ions.

Les autres utilisations de cette eau douce sont les suivantes :

- alimentation de secours des générateurs de vapeur ;
- alimentation des ballons de purge des chaudières auxiliaires (XCA) ;
- rinçage des réservoirs T, S et Ex ;
- différentes utilisations en salle des machines (ballon de purge atmosphérique du circuit VVP...) ;
- différentes utilisations de la station de pompage (arrosage des presses-étoupes...) ;
- réserve incendie (JPD).

Les deux bassins étant situés à environ 75 m au-dessus du niveau de la plate-forme de l'usine, l'eau est distribuée gravitairement par un réseau en charge dans la centrale.

Une chloration peut être réalisée en simultané du remplissage des bassins d'eau douce. Cette chloration n'est pas systématique et dépend de la qualité de l'eau du bassin en remplissage et principalement de la quantité d'algues présentes en surface.

Une chloration peut également être faite au départ du bassin dans la tuyauterie alimentant la station de déminéralisation.

Le chlore est entièrement consommé ou réduit par injection de bisulfite de sodium.

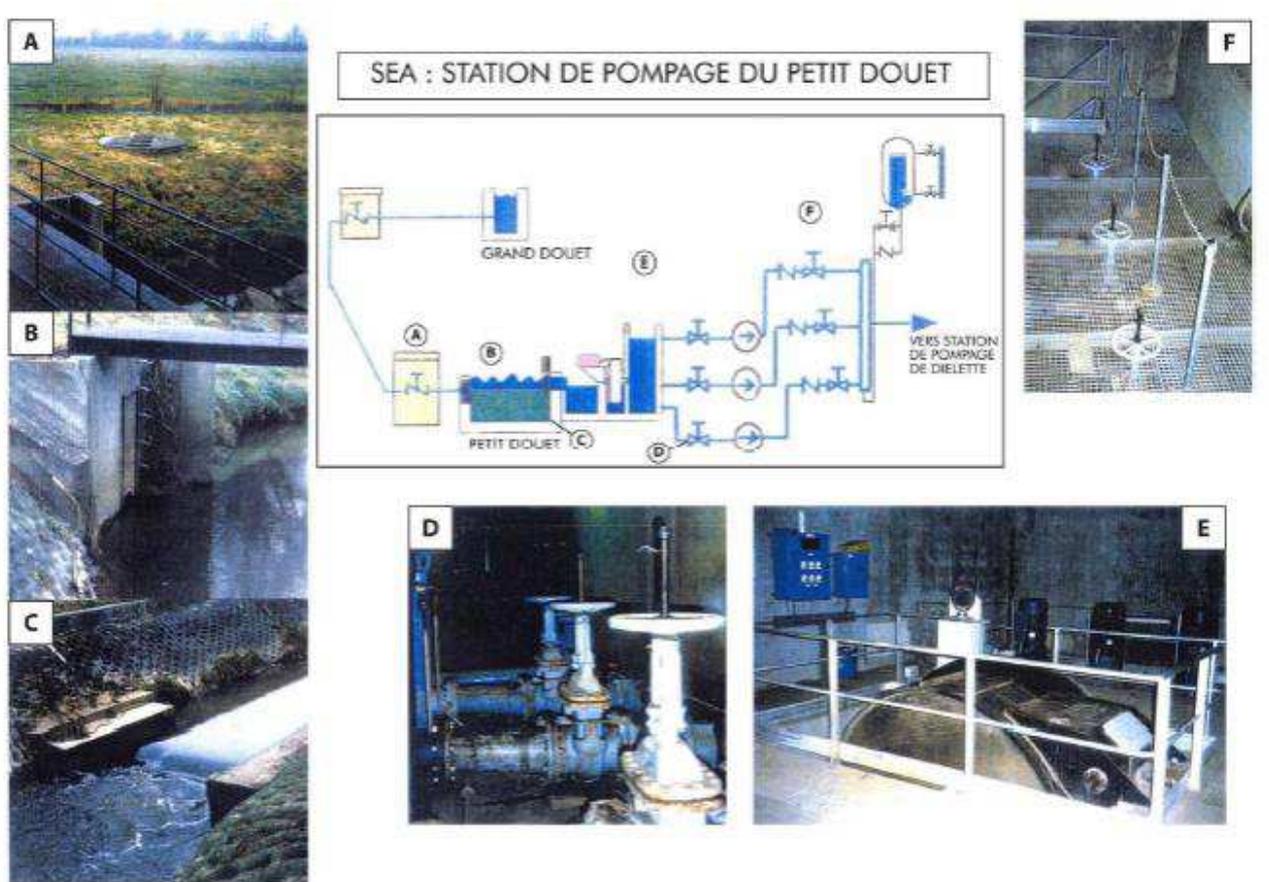


Figure 2.1 : Schéma synoptique et vues des installations de pompage d'eau douce dans le Petit Douet et le Grand Douet

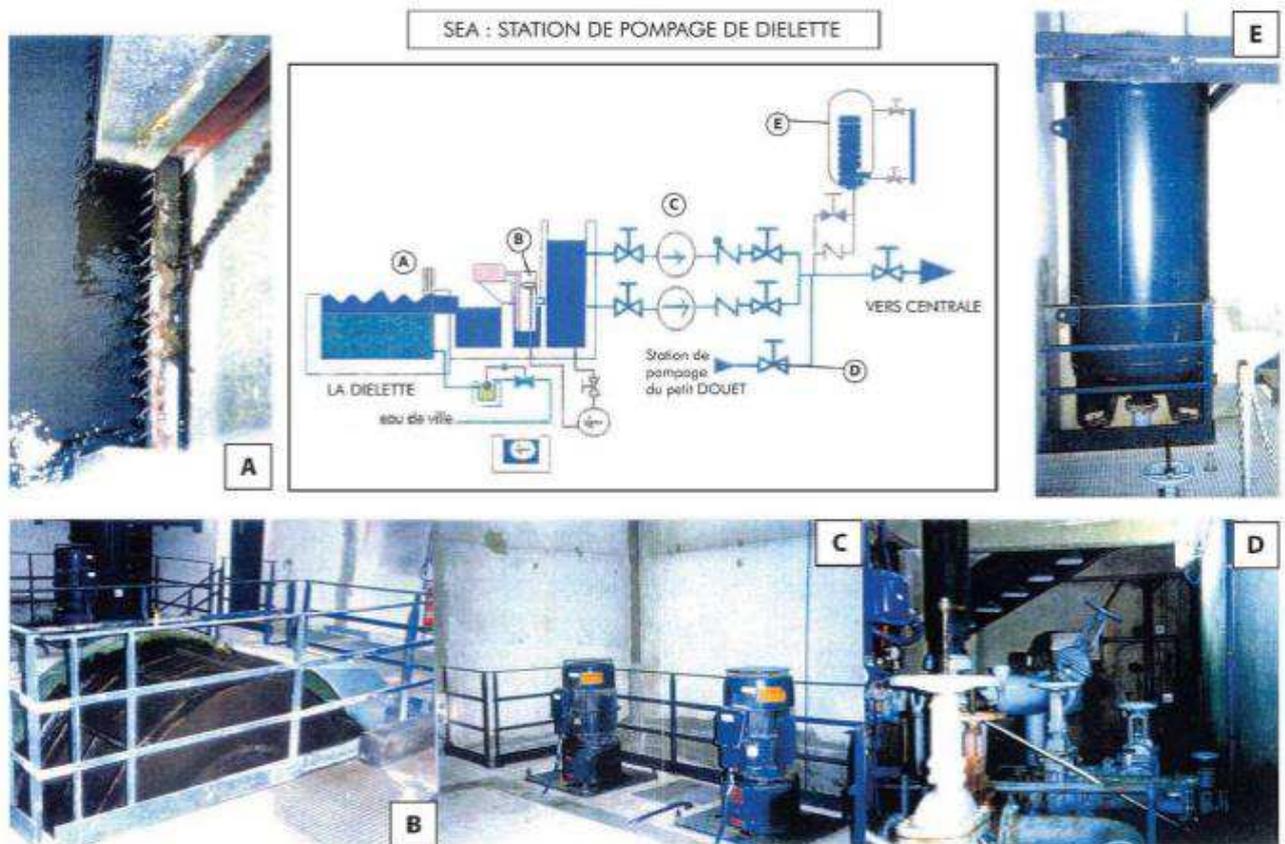


Figure 2.m : Schéma synoptique et vues des installations de la station de pompage d'eau douce dans la Diélette

2.3.3. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS TRAITANT L'EAU PRÉLEVÉE

2.3.3.1. INSTALLATIONS D'ÉLECTROCHLORATION

Chaque station de pompage en eau de mer est munie d'une installation d'électrochloration de l'eau aspirée (système CTE).

Cette chloration a pour objectifs :

- de limiter le développement des organismes colonisateurs tels que les moules sur les parois internes de la station de pompage et des conduites des circuits de refroidissement ;
- de limiter le développement de biofilm dans les échangeurs thermiques, qui peut faire chuter le coefficient d'échange thermique, augmenter les pertes de charges et entraîner des problèmes de corrosion bactérienne ;
- de protéger les galeries sous-marines de rejet des réacteurs contre le développement d'organismes colonisateurs.

Le principe des installations d'électrochloration est de produire directement *in situ* une solution d'hypochlorite de sodium (chlore actif) à partir d'une solution de chlorure de sodium (eau de mer).

Les installations d'électrochloration sont constituées d'un dispositif de cellules d'électrolyse (anode et cathode), d'un dispositif d'alimentation électrique de ces cellules ainsi que d'un dispositif de dilution et d'injection de la solution d'hypochlorite de sodium produite. L'injection se fait au niveau des pertuis d'aspiration en amont des pompes.

Chacun des deux réacteurs 1 et 2 possède une installation de production d'hypochlorite (CTE) située dans la station de pompage, qui permet le traitement des circuits CFI, CRF et SEC.

L'installation de production d'hypochlorite de sodium (CTE) propre au réacteur EPR est située dans la station de pompage sur la troisième voie d'eau. Elle permet le traitement des circuits CRF, SEC, SEN et SRU.

Leur fonctionnement génère des déchets et des rejets d'effluents, mentionnés au [Paragraphe 2.5.4](#).

Les caractéristiques des installations d'électrochloration sont détaillées en [Annexe 4](#).

2.3.3.2. INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'EAU DÉMINÉRALISÉE

Les circuits primaire et secondaire fonctionnent avec une eau chimiquement pure, déminéralisée, utilisée pour protéger les matériaux de ces circuits des risques de corrosion et de réactions chimiques qui pourraient les endommager ou limiter leurs performances (encrassement par exemple). Même s'il s'agit de circuits fermés, des appoints ainsi que des vidanges sont indispensables pour assurer le bon fonctionnement de ces circuits.

L'eau déminéralisée est produite à partir de deux installations :

- l'installation de dessalement (SDS) prioritairement ;
- l'installation de déminéralisation (SDA) en complément ou en cas d'indisponibilité de SDS.

L'ensemble des besoins en eau déminéralisée des trois réacteurs du site de Flamanville est évalué à 430 000 m³/an.

L'installation de dessalement (SDS) a pour rôle de filtrer, dessaler et déminéraliser l'eau de mer. Elle produit de l'eau déminéralisée utilisée pour alimenter le circuit primaire et le circuit secondaire de chaque réacteur, ainsi que le circuit incendie du réacteur EPR.

Un schéma de principe de l'installation de dessalement est présenté en [Annexe 3](#).

L'alimentation en eau de mer de l'unité SDS est assurée par une pompe (deux pompes en redondance) installée en station de pompage du réacteur 1. L'eau brute est traitée préalablement par centrifugation (hydrocyclone), filtration (dont six filtres à sable), ultrafiltration, injection d'anti-incrustants et osmose inverse.

L'eau de mer peut être préalablement acidifiée par de l'acide sulfurique (H₂SO₄) afin de favoriser la coagulation des Matières En Suspension (MES) par correction du pH. Cette injection permet également d'éviter le phénomène d'entartrage sur les membranes. L'étape de coagulation est réalisée après acidification, par l'ajout de chlorure ferrique (FeCl₃)

Le chlore libre et l'oxygène présents dans l'eau brute peuvent endommager les membranes d'osmose et réduire significativement leur durée de vie. Pour prévenir ce risque, du bisulfite de sodium est injecté de façon automatique dans la tuyauterie afin de réduire le chlore.

Une injection de produits anti-incrustants est également réalisée pour empêcher la précipitation des composés, en profondeur dans les membranes d'osmose.

L'eau est ensuite déminéralisée par traitement sur résines échangeuses d'ions (lits mélangés). Les effluents de régénération sont envoyés dans la fosse de neutralisation de la station de déminéralisation.

L'installation de déminéralisation vient compléter les besoins du site en cas de forte demande ou en cas d'indisponibilité de l'installation de dessalement. La SDA a pour rôle de décanner, filtrer et déminéraliser l'eau en provenance de la Diélette, du Petit Douet et du Grand Douet, via les bassins SEA. Une partie de l'eau (destinée aux circuits classiques) est conditionnée à l'ammoniaque (ou éthanolamine) pour atteindre un pH compris entre 8,5 et 9,2. L'eau douce en provenance des bassins alimente en charge une installation de prétraitement ayant pour but d'éliminer les colloïdes contenus dans l'eau brute. La floculation se fait dans un décanteur. L'eau est chlorée en sortie des bassins de stockage SEA au niveau de la chambre de vannes aval pour la destruction des matières organiques.

L'installation SDA est composée de deux chaînes de déminéralisation constituées d'échangeurs d'ions. Le stockage et conditionnement de l'eau déminéralisée pour les circuits primaire et secondaire est réalisé par trois bâches : une bâche SED à pH neutre (pour les utilisateurs du circuit primaire) et deux bâches SER d'eau conditionnée pour remonter son pH aux environs de 9,2 (pour les utilisateurs du circuit secondaire).

La régénération des chaînes de déminéralisation est réalisée par passage d'acide sulfurique (H_2SO_4) pour les résines cationiques et de soude ($NaOH$) pour les résines anioniques. Les effluents de régénérations sont envoyés vers les fosses de neutralisation de la SDA.

Leur fonctionnement génère des déchets et des rejets d'effluents, mentionnés au [Paragraphe 2.5.4](#).

La description détaillée du fonctionnement des stations de production d'eau déminéralisée est présentée en [Annexe 3](#).

2.3.4. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS

L'exploitation du site de Flamanville entraîne la production d'effluents radioactifs, chimiques et thermiques dont les rejets dans l'environnement sont strictement réglementés.

Le site de Flamanville est conçu pour permettre une collecte sélective de ses effluents qui sont ainsi séparés en fonction de leur origine et de leur composition afin d'adapter leur traitement à leurs caractéristiques. Les effluents sont analysés avant d'être rejetés dans l'environnement.

La [Figure 2.n](#) présente de façon simplifiée les principes de collecte, de traitement et de contrôle des principaux effluents du site, applicables aux trois réacteurs du site de Flamanville.

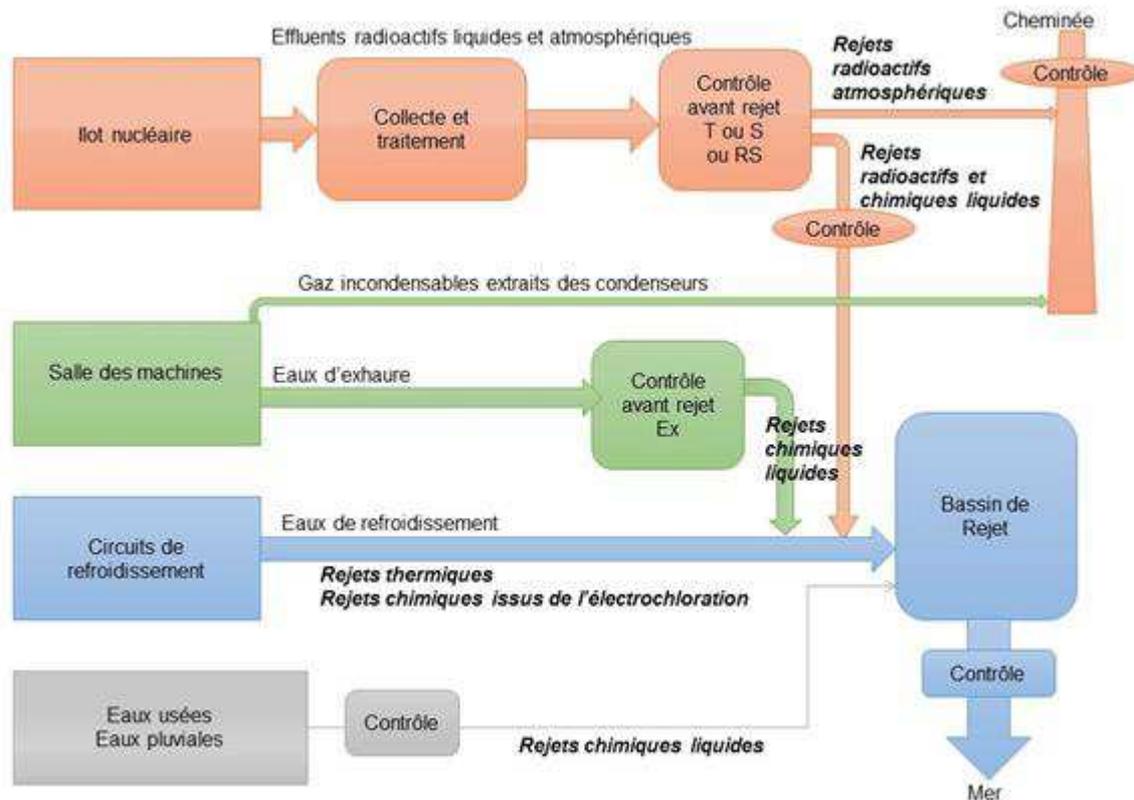


Figure 2.n : Principe de collecte, traitement et contrôle des effluents

Parmi les principaux effluents, on distingue :

- **Les effluents radioactifs** sont constitués de l'infime partie des produits radioactifs formés² au sein du réacteur nucléaire (produits de fission, produits d'activation, actinides) qui se retrouvent dans les effluents gazeux et liquides rejetés par voie atmosphérique (à la cheminée) ou par voie liquide (vidange de réservoirs). Les effluents radioactifs sont systématiquement collectés et traités selon leur nature afin de retenir l'essentiel de leur radioactivité. Leur rejet est contrôlé par des analyses préalables ainsi qu'au moyen de dispositifs de mesure de la radioactivité en continu pendant le rejet. L'origine et la nature des effluents radioactifs sont décrits au [Paragraphe 2.5.3.1](#).
 - **Les effluents chimiques** sont constitués des substances associées aux effluents radioactifs liquides issus du circuit primaire et des circuits auxiliaires nucléaires ainsi que les eaux d'exhaure des salles des machines (contrôle de la réaction nucléaire, conditionnement chimique de protection contre la corrosion) et les produits provenant des autres circuits non nucléaires (circuit de refroidissement des condenseurs, station de déminéralisation, station d'épuration...). Les rejets chimiques sont essentiellement rejetés par voie liquide (vidange de réservoirs, réseaux de collecte des eaux pluviales, rejets de la station d'épuration).
- Le fonctionnement du site de Flamanville produit également dans une moindre mesure des effluents chimiques gazeux non radioactifs rejetés par voie atmosphérique.
- L'origine et la nature des effluents chimiques sont décrits au [Paragraphe 2.5.4.1](#).

² 96 % de la radioactivité reste confinée dans le crayon combustible.

- Les rejets thermiques sont issus de la dissipation de l'énergie thermique extraite au condenseur par l'eau brute prélevée en mer pour assurer le refroidissement du condenseur. Les rejets thermiques sont rejetés par voie liquide au moyen de galeries souterraines décrites ci-après. L'origine et la nature des rejets thermiques sont décrits au [Paragraphe 2.5.2.1](#).

Les paragraphes suivants décrivent les installations de collecte, de traitement et les émissaires de rejet des principaux effluents cités ci-dessus.

2.3.4.1. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DE COLLECTE ET TRAITEMENT DES EFFLUENTS RADIOACTIFS ATMOSPHÉRIQUES

Réacteurs 1 et 2

Les effluents radioactifs gazeux issus des installations nucléaires sont collectés, traités de manière sélective et rejetés à la cheminée du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) dont les caractéristiques sont décrites au [Paragraphe 2.3.6](#).

La figure suivante illustre le cheminement des différents effluents radioactifs atmosphériques.

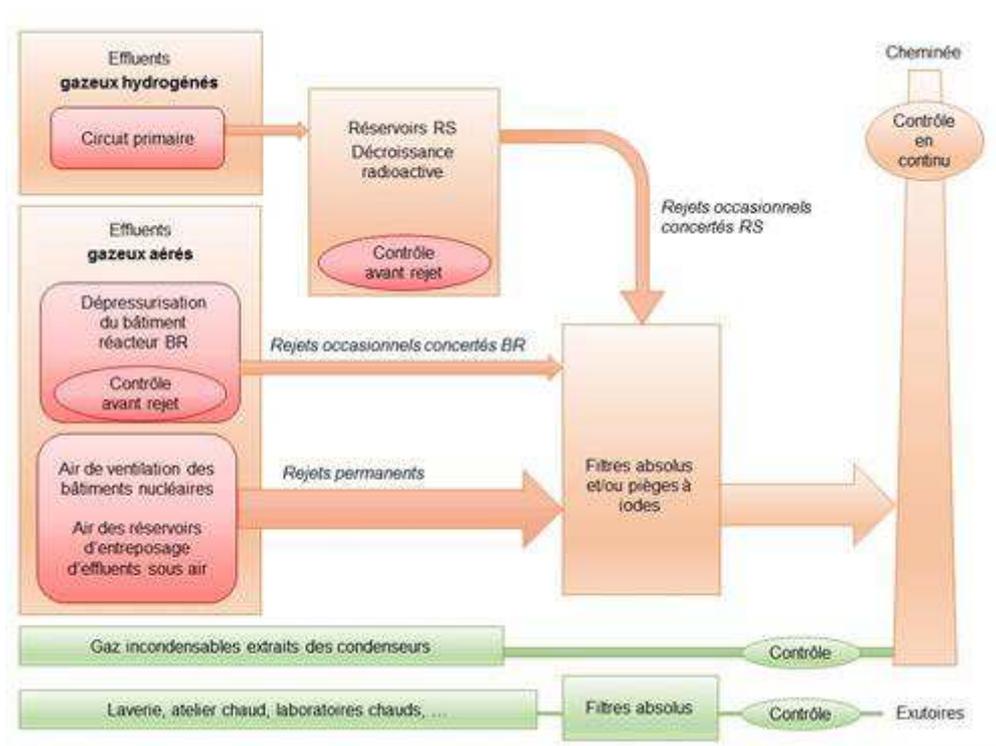


Figure 2.o : Collecte, traitement et rejet des effluents radioactifs gazeux et des gaz extraits au condenseur

Les effluents radioactifs gazeux rejetés à la cheminée du BAN sont classés selon leur provenance, on distingue :

- **Les effluents radioactifs gazeux dits « hydrogénés »** provenant du dégazage des effluents liquides issus du circuit primaire qui contiennent de l'hydrogène dissous car l'eau du circuit primaire est volontairement saturée en hydrogène afin d'éviter sa décomposition sous l'effet des rayonnements (radiolyse). La radioactivité de ces effluents est due à la présence dans l'eau du circuit primaire de produits de fission ou de produits d'activation. Ces effluents sont collectés par un système qui limite la concentration en hydrogène dans les systèmes connectés afin d'empêcher la formation de mélanges explosifs. Il traite également les effluents gazeux radioactifs de manière à minimiser l'exposition du personnel aux rayonnements et à contrôler leur rejet dans l'environnement de sorte que l'exposition totale aux rayonnements soit conforme à la réglementation correspondante et la plus faible possible.

Afin d'éviter tout mélange avec l'oxygène de l'air, ces effluents hydrogénés sont collectés et entreposés dans des réservoirs (dénommés RS) pendant au moins 30 jours, (durée fixée par la Décision n° 2017-DC-0588 de l'Autorité de sûreté nucléaire relative aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression, homologuée par l'arrêté du 14 juin 2017 (dite décision « Modalités Parc ») afin de permettre à la radioactivité de décroître suffisamment avant rejet. Les radionucléides présents dans les effluents radioactifs gazeux ont pour la plupart d'entre eux des périodes de demi-vie inférieures à la semaine. Un entreposage de 30 jours diminue leur radioactivité initiale d'un facteur 10 au moins.

Ces effluents sont analysés avant rejet, traités sur des filtres absolus à Très Haute Efficacité (THE) pour la rétention des aérosols, et sur des Pièges à Iodes à charbon actif (PI). Les rejets d'effluents atmosphériques radioactifs issus des réservoirs RS sont des rejets occasionnels dits « concertés ».

Le système de Traitement des Effluents Gazeux (TEG) assure la collecte et le traitement des effluents atmosphériques radioactifs hydrogénés, ce système est détaillé en [Annexe 2](#).

- **Les effluents radioactifs gazeux dits « aérés » provenant :**
 - de la collecte des événements des circuits de traitement des effluents liquides radioactifs ;
 - de l'air de la ventilation des locaux de l'îlot nucléaire. La ventilation maintient les locaux en légère dépression par rapport à l'extérieur et évite ainsi les fuites de gaz ou de poussières contaminées vers l'environnement. L'air de ventilation des locaux est traité sur des filtres absolus à Très Haute Efficacité (THE) et, dans certains circuits, sur des Pièges à Iodes à charbon actif (PI) avant d'être rejeté en continu à la cheminée. Ces rejets sont dits « permanents » et font l'objet d'un contrôle continu ;
 - de la dépressurisation du Bâtiment Réacteur (BR) en phase d'arrêt qui conduit à des rejets dits « concertés ».

Il existe également des effluents gazeux susceptibles d'être radioactifs. Cette catégorie concerne :

- Les gaz incondensables extraits des condenseurs : en cas de défaut d'étanchéité des tubes de générateurs de vapeur, les gaz radioactifs et le tritium contenus dans le circuit primaire peuvent migrer vers le circuit secondaire. Ces incondensables sont contrôlés par une chaîne de mesure de la radioactivité en continu et orientés vers la cheminée du BAN. Ces rejets sont dits « permanents ».
- L'air de ventilation de certains bâtiments non raccordés à la cheminée du BAN : laverie, ateliers chauds, « laboratoires chauds de chimie » et laboratoire « effluents ». L'air extrait est filtré avant évacuation par leurs exutoires spécifiques. L'air extrait fait également l'objet d'un prélèvement continu et d'un contrôle.

Réacteur EPR

Les effluents radioactifs gazeux rejetés à la cheminée du bâtiment des auxiliaires nucléaires (dénommé HN « Home Nuclear » pour le réacteur 3) sont classés selon leur provenance, on distingue :

- **Les effluents radioactifs atmosphériques dits « hydrogénés »** provenant du dégazage des effluents liquides issus du circuit primaire qui contiennent de l'hydrogène dissous car l'eau du circuit primaire est volontairement saturée en hydrogène afin d'éviter sa décomposition sous l'effet des rayonnements (radiolyse). La radioactivité de ces effluents est due à la présence dans l'eau du circuit primaire de produits de fission ou de produits d'activation. Ces effluents sont collectés par le système TEG qui limite la concentration en hydrogène dans les systèmes connectés afin d'empêcher la formation de mélanges explosifs. Il traite également les effluents gazeux radioactifs de manière à minimiser l'exposition du personnel aux rayonnements et à contrôler leur rejet dans l'environnement de sorte que l'exposition totale aux rayonnements soit conforme à la réglementation correspondante et la plus faible possible. Avant rejet vers la cheminée du système de ventilation du bâtiment des auxiliaires nucléaires (« Discharge West Nuclear » DWN), les effluents gazeux radioactifs issus du TEG sont traités par un passage sur des lits à retard pour réduction de l'activité avant rejet. Ceux-ci permettent une rétention minimale des gaz équivalente à une décroissance de 40 jours pour les Xétons et de 40 heures pour les Kryptons.

Le système TEG de l'EPR assure la collecte et le traitement des effluents atmosphériques radioactifs hydrogénés, ce système est détaillé ci-dessous dans la [Figure 2.p](#).

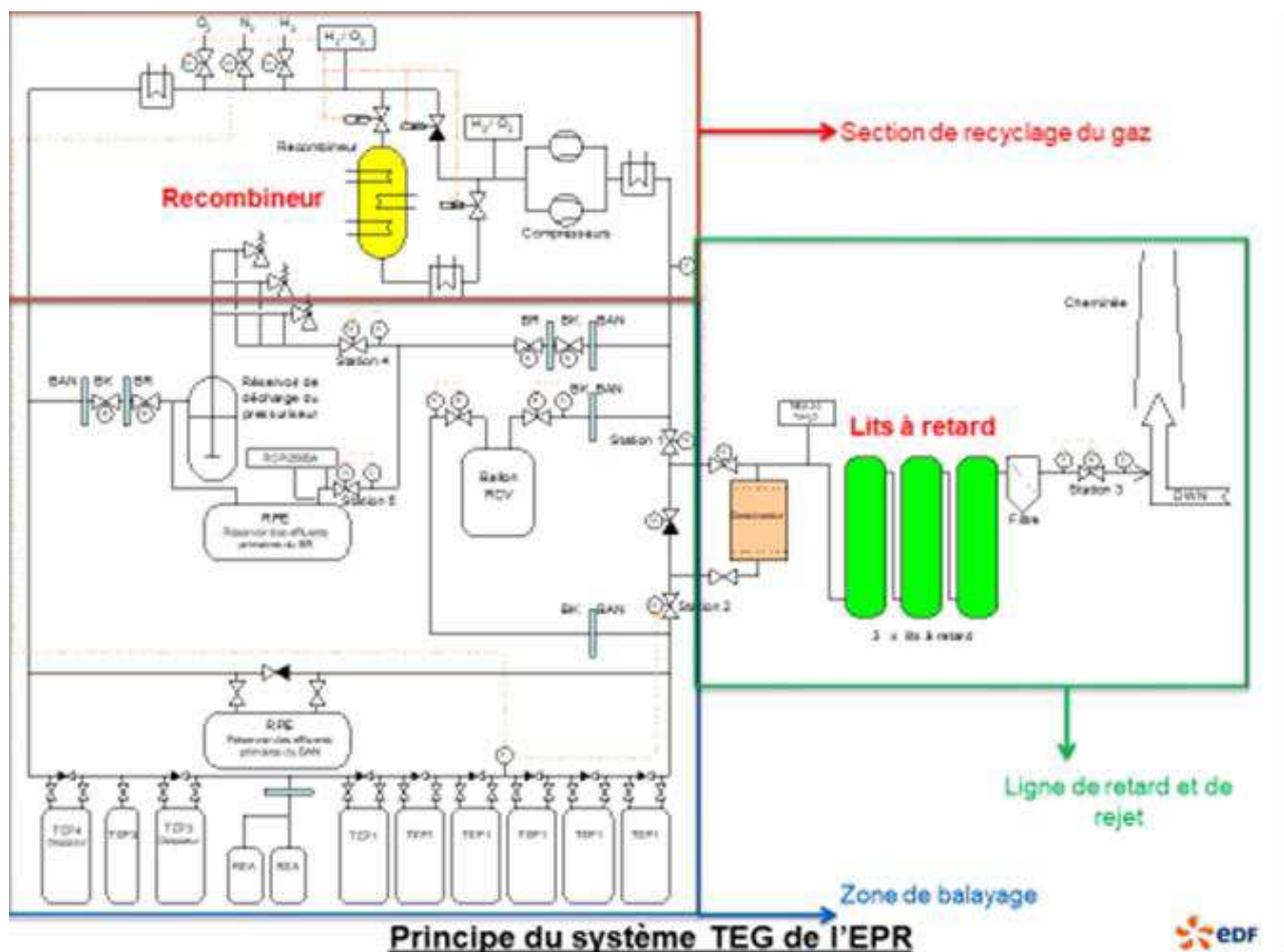


Figure 2.p : Principe du système TEG de l'EPR

- **Les effluents radioactifs atmosphériques dits « aérés » provenant :**

- de la collecte des événements des circuits de traitement des effluents liquides radioactifs ;
- de l'air de la ventilation des locaux « nucléaires ». La ventilation maintient les locaux en légère dépression par rapport à l'extérieur et évite ainsi les fuites de gaz ou de poussières contaminées vers l'environnement. L'air de ventilation des locaux est traité sur des filtres absolus à Très Haute Efficacité (THE) et, dans certains circuits, sur des Pièges à Iodes à charbon actif (PI) avant d'être rejeté en continu à la cheminée. Ces rejets sont dits « permanents » et font l'objet d'un contrôle continu ;
- de la dépressurisation du Bâtiment Réacteur (HR) en phase d'arrêt qui conduit à des rejets dits « concertés »³.

L'ensemble de ces rejets atmosphériques est effectué vers l'atmosphère via l'unique cheminée du système de ventilation du bâtiment des auxiliaires nucléaires (DWN).

Il existe également des effluents gazeux susceptibles d'être radioactifs. Cette catégorie concerne :

- les gaz incondensables extraits des condenseurs : en cas de défaut d'étanchéité des tubes de générateurs de vapeur, les gaz radioactifs et le tritium contenus dans le circuit primaire peuvent migrer vers le circuit secondaire. Ces incondensables sont contrôlés par une chaîne de mesure de la radioactivité en continu et orientés vers la cheminée du bâtiment des auxiliaires nucléaires (HN). Ces rejets sont dits « permanents ».

2.3.4.2. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DE COLLECTE ET TRAITEMENT DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

Les installations de collecte et de traitement des eaux d'exhaure issues de la salle des machines sont identiques pour les réacteurs 1, 2 et 3.

La figure suivante illustre le cheminement des différents effluents radioactifs liquides.

³ Rejets « concertés » : rejets d'effluents canalisés vers un émissaire de rejet surveillé, dont la durée est limitée dans le temps et nécessitant des conditions particulières de réalisation.

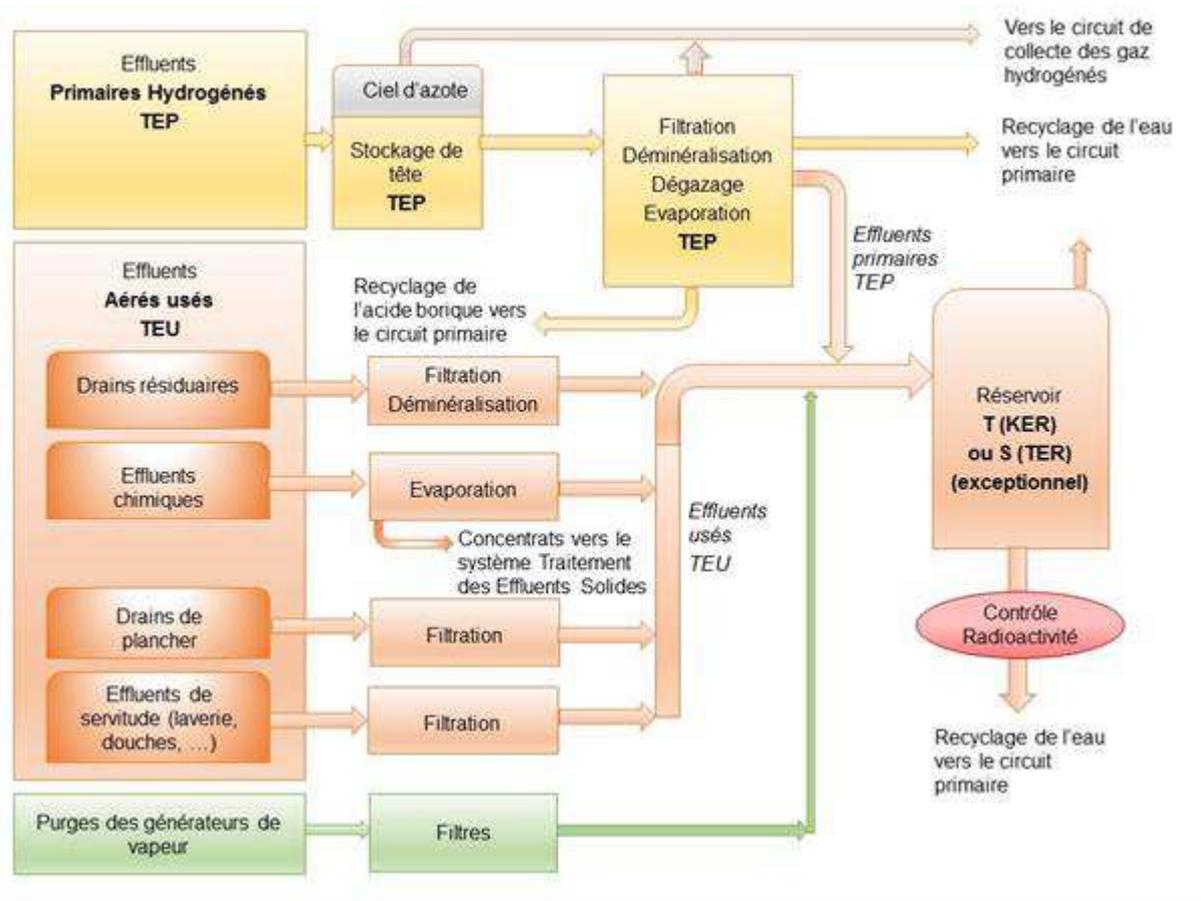


Figure 2.q : Collecte, traitement et rejet des effluents radioactifs liquides

Les installations de traitement des effluents radioactifs liquides sont les mêmes pour les réacteurs 1 et 2 et le réacteur 3.

Les effluents radioactifs liquides sont classés selon leur provenance, on distingue :

- **Les effluents provenant du circuit primaire**, dits « effluents primaires hydrogénés », contenant des gaz de fission et des produits d'activation mais aussi des substances chimiques (contrôle de la réaction, protection contre la corrosion) et de l'hydrogène dissous. Ces effluents sont essentiellement produits en phase d'exploitation du fait des mouvements d'eau primaire effectués lors des variations de puissance ou de l'ajustement des paramètres chimiques de l'eau du réacteur.
- **Les effluents issus des circuits auxiliaires du circuit primaire**, dits « effluents usés », constituent le reste des effluents de l'îlot nucléaire. Ils résultent principalement des opérations de maintenance nécessitant des vidanges de circuit (remplacement de filtres, intervention sur des déminéraliseurs ou des échangeurs...), des opérations d'évacuation du combustible usé, de conditionnement des résines usées, et des actions de maintien de la propreté des installations (lavage du sol et du linge).

Les effluents provenant du circuit primaire et les effluents issus des circuits auxiliaires sont collectés sélectivement de manière à leur appliquer le traitement le plus adapté à leurs caractéristiques physico-chimiques et leur activité. Ainsi, les effluents sont dirigés pour traitement spécifique soit vers le système TEP (Traitement des Effluents Primaires), soit vers le système TEU (Traitement des Effluents Usés) :

- **Le système TEP** assure la collecte et le traitement des effluents liquides primaires pour permettre majoritairement leur recyclage et le cas échéant, leur rejet.
- **Le système TEU** permet l'entreposage, le contrôle et le traitement sélectif des effluents liquides usés non réutilisés dans le circuit primaire.

Après traitement, les effluents qui ne sont pas recyclés sont entreposés dans les réservoirs appelés « T » du circuit de recueil, contrôle et rejet des effluents de l'îlot nucléaire (KER), pour analyse avant rejet en mer. En cas de production exceptionnelle d'effluents liquides, ceux-ci peuvent être entreposés dans les réservoirs supplémentaires de santé, appelés « S », du circuit TER, après accord de l'ASN. La capacité minimale d'entreposage des réservoirs T et S est fixée par la Décision ASN n° 2017-DC-0588 de l'ASN du 6 avril 2017 (dite décision « Modalités Parc »).

Enfin, les purges des générateurs de vapeur occasionnellement non-recyclées (système APG⁴) issues du circuit secondaire sont rejetées systématiquement vers les réservoirs T ou S (exceptionnellement) après filtration.

2.3.4.3. COLLECTE ET TRAITEMENT DES EAUX D'EXHAURE ISSUES DE LA SALLE DES MACHINES

Les installations de collecte et traitement des eaux d'exhaure issues de la salle des machines sont identiques pour les réacteurs 1, 2 et 3.

Les eaux d'exhaures (ou effluents) issues de la salle des machines proviennent des quelques inétanchéités rencontrées sur les installations du circuit secondaire comme les inétanchéités aux presse étoupe de pompes par exemple, des échantillonnages non recyclés, des appoints/rejets (déconcentration en cas d'éléments chimiques présents en trop grande concentration), des vidanges (lors des périodes d'arrêt de réacteur pour maintenance ou rechargement de combustible par exemple) de capacités et de circuits conventionnels (poste d'eau et autres circuits conventionnels du secondaire).

Ces eaux contiennent des substances chimiques utilisées pour le conditionnement du circuit secondaire et de ses circuits conventionnels annexes (comme les circuits de réfrigération intermédiaire conditionnés aux phosphates).

Ces eaux sont collectées sans traitement préalable vers des réservoirs dénommés « Ex » (appellation réglementaire) où elles sont contrôlées avant d'être rejetées. La capacité minimale d'entreposage Ex (réservoirs SEK) est fixée par la décision « Modalités » fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des INB n° 108, n° 109 et n° 167.

Les eaux d'exhaure issues des salles des machines ne sont pas considérées comme des effluents radioactifs tant que leur activité volumique n'excède pas 4 000 Bq/L en tritium et 4 Bq/L en activité bêta globale.

⁴ L'eau du circuit secondaire peut contenir des produits de corrosion du circuit secondaire, des éléments chimiques issus d'entrées d'eau brute au condenseur et des micro-inétanchéités primaires/secondaires dans les générateurs de vapeur. Le maintien des caractéristiques chimiques et radioactives de l'eau secondaire est obtenu, entre autres moyens, par injection de réactifs et par purges continues au niveau des générateurs de vapeur. Le rôle du circuit APG est de collecter et de traiter ces purges. En fonctionnement normal, ces purges sont recyclées.

Elles peuvent toutefois présenter des traces de radioactivité lorsque les tubes des générateurs de vapeur (qui constituent la deuxième barrière entre l'eau radioactive du circuit primaire et l'eau du circuit secondaire) ne sont pas parfaitement étanches. Dans ce cas, des radionucléides, comme le tritium, peuvent migrer du circuit primaire vers le circuit secondaire et contaminer les eaux d'exhaure qui ne pourront pas être rejetées directement et devront être traitées comme un effluent radioactif.

2.3.4.4. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DE COLLECTE ET TRAITEMENT DES EFFLUENTS NON RADIOACTIFS LIQUIDES

Réacteurs 1 et 2

La collecte et le traitement des effluents non radioactifs sont assurés par les systèmes SEO et SEH.

Le système SEO recueille, au niveau des réacteurs 1-2 :

- les eaux pluviales en provenance des toitures des bâtiments, des aires de circulation et des abords des réacteurs 1 et 2 ;
- les eaux vannes et usées issues des sanitaires, après leur traitement par la station d'épuration Sud ;
- les eaux industrielles collectées par le réseau SEH après leur traitement par un débourbeur-déshuileur (Cf. [Paragraphe 2.3.4.6](#)) ;
- les effluents de la station de déminéralisation et ceux de l'unité de dessalement ;
- les vidanges et trop-pleins des bâches SER (eau déminéralisée conditionnée à pH 9,2), SED (eau déminéralisée à pH 7), JPD (bâches incendie) ;
- l'eau issue des drains de falaise.

Compte-tenu de la position topographique des installations, les eaux mentionnées ci-dessus, sont soit collectées gravitairement vers le réseau SEO, soit collectées dans un puisard et évacuées par pompage vers le réseau SEO.

Les réseaux d'eaux pluviales du CNPE de Flamanville (réacteurs 1 et 2) sont actuellement au nombre de 11, débouchant chacun sur un émissaire de rejet (émissaires 1 à 11). In fine, les eaux et effluents sont rejetés en mer ou dans le canal d'amenée.

La nature des effluents collectés par le réseau SEO et une description détaillée de ce réseau est disponible en [Annexe 4](#).

Synthèse des émissaires de rejet liquide des réacteurs 1 et 2

Les 11 émissaires du CNPE de Flamanville sont décrits dans les tableaux suivants et localisés sur la [Figure 2.r](#).

Les eaux pluviales proviennent des onze sous-bassins versants qui drainent l'ensemble du CNPE (parkings, voies de circulation, plate-forme, toitures) et une partie de la route (publique) qui ceinture le site par l'extérieur.

À chaque bassin versant correspond un ensemble de réseaux (avaloirs, caniveaux, émissaires), débouchant en mer ou dans le canal d'amenée (Cf. [Figure 2.r](#)) par un collecteur et un ouvrage de rejet.

Tableau 2.a : Effluents rejetés dans le canal d'aménée

Référence de l'émissaire	Nature des effluents
Émissaire 2	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales (station de déminéralisation, bâtiments administratifs, aire d'entreposage de déchets de très faible activité) • Drains de falaise • Effluents issus de la station de déminéralisation • Effluents issus de l'unité de dessalement • Effluents issus de la station d'épuration • Vidange (pour visite ou travaux) des réservoirs de la station de déminéralisation de site • Vidange et eaux de nettoyage des bassins d'eau douce • Effluents des bassins d'eau douce alimentant certains circuits • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 3	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales • Eaux résiduares de l'INB n° 108 • Effluents issus des bassins d'eau douce alimentant certains circuits • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 4	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales • Eaux résiduares • Déshuileur des INB n° 108 et n° 109 • Vidange des réservoirs du système de distribution d'eau pour la lutte contre l'incendie (JPD) • Effluents des bassins d'eau douce alimentant certains circuits • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 5	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales • Eaux résiduares de l'INB n° 109 • Vidange des réservoirs JPD • Effluents des bassins d'eau douce alimentant certains circuits • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil

Tableau 2.b : Effluents rejetés directement en mer

Référence de l'émissaire	Nature des effluents
Émissaire 1	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 6	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (routes, toitures, sols, bâtiments administratifs, aire d'entreposage d'outillages chauds) Drains de falaise Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 7	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (toitures et sols, routes, bâtiments administratifs, aire du programme de remplacement des générateurs de vapeur usés, parking) Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 8	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (parking, routes, toitures et sols, bâtiments administratifs, centre de crise local) Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 9	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (parking, routes, toitures et sols, bâtiments administratifs) Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 10	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (parking, routes) Ruisseau de Flamanville Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 11	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (parking sud, bassins d'eau douce) Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil

Réacteur EPR

La collecte et le traitement des effluents non radioactifs sont assurés par les systèmes SEO et SEH.

Le système SEO recueille, au niveau du réacteur 3 :

- les eaux pluviales en provenance des toitures des bâtiments, des aires de circulation et des abords du réacteur 3 ;
- les eaux industrielles collectées par le réseau SEH après leur traitement par un débourbeur-déshuileur (Cf. [Paragraphe 2.3.4.6](#)) ;
- l'eau issue des drains de falaise ;
- l'eau de vidange et des essais des réseaux incendie.

Les effluents collectés par le réseau SEO sur les voiries et en salle des machines, ainsi que les effluents issus du réseau SEH (après traitement par déshuileur) rejoignent le collecteur principal puis sont évacués gravitairement dans le canal d'aménée par un émissaire unique, correspondant à l'émissaire secondaire 15⁵ (Cf. [Figure 2.r](#)).

La nature des effluents collectés par le réseau SEO et une description détaillée de ce réseau est disponible en [Annexe 4](#).

L'émissaire 15 du réacteur 3 est décrit dans le tableau suivant et localisé sur la [Figure 2.r](#).

⁵ Les émissaires 12, 13 et 14 n'existent pas.

Tableau 2.c : Effluents rejetés dans le canal d'aménée

Référence de l'émissaire	Nature des effluents
Émissaire 15	<ul style="list-style-type: none">• Eaux pluviales (plateforme de l'INB n°167)• Effluents collectés dans le bâtiment de collecte et de traitement des eaux (HX) de l'INB n°167 :<ul style="list-style-type: none">- eaux résiduaires de l'INB n°167- déshuileur de l'INB n°167• Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil

Synthèse des émissaires de rejet liquide du site de Flamanville

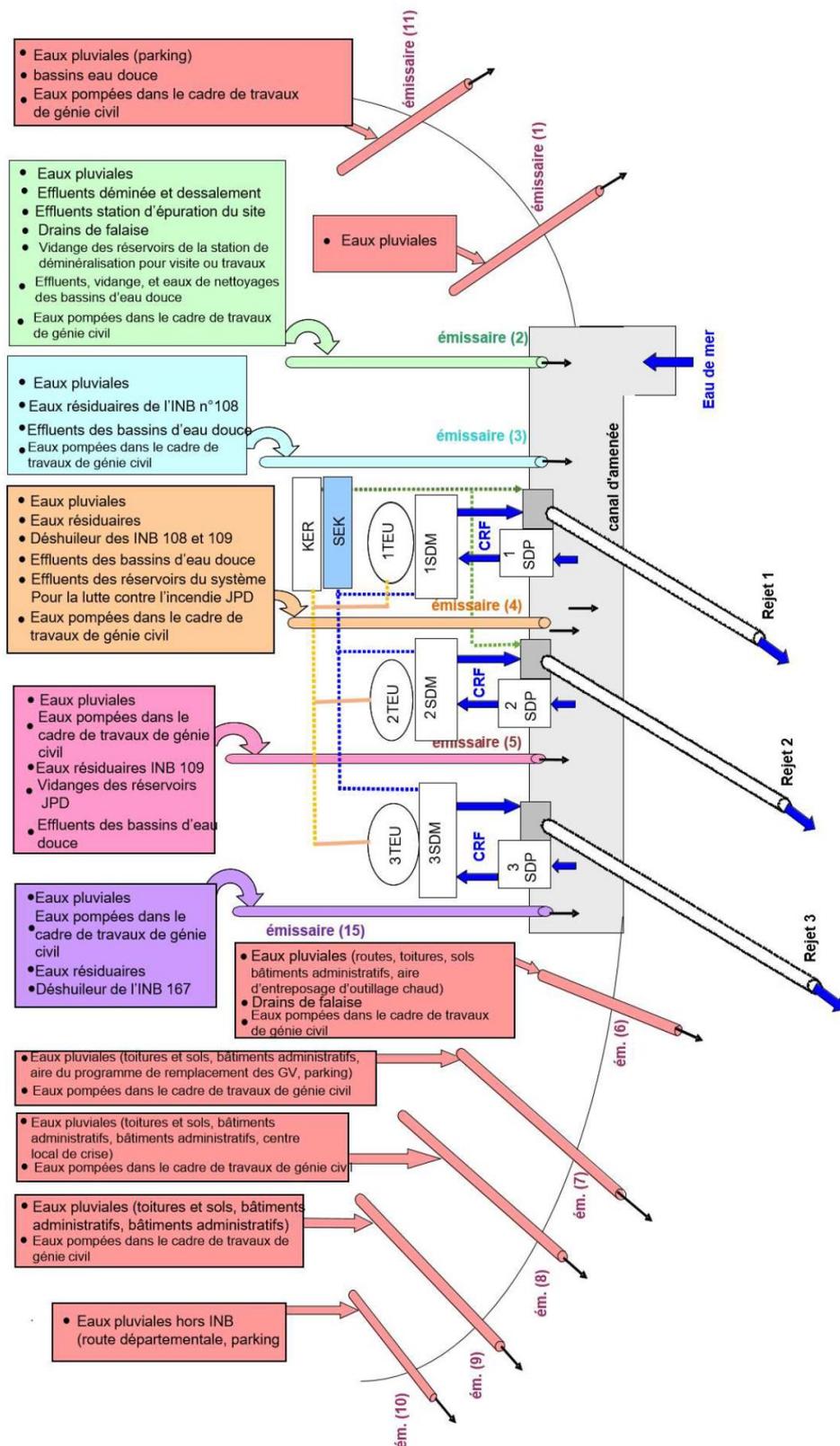


Figure 2.r : Plan synoptique des émissaires secondaires après mise en service du réacteur EPR

2.3.4.5. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DE COLLECTE ET TRAITEMENT DES EAUX USÉES

Le réseau SEO collecte également les eaux usées qui sont issues de la station d'épuration (STEP) Sud du site qui est dimensionnée pour les trois réacteurs.

La station d'épuration Sud (décrite à l'[Annexe 4](#)) dispose de deux unités de traitement :

- Une première unité employant la technologie des cultures bactériennes fixées a été mise en service au cours de l'année 2000 avec une capacité de traitement de 800 équivalents-habitants.
- Une seconde unité utilisant un procédé biologique aéré avec séparation de matières sèches par membranes, pour une capacité de 1 000 équivalents-habitants, ajoutée en 2008. Cette unité permet d'atteindre des rendements d'épuration supérieurs ou égaux à 90 % pour les paramètres DBO₅, DCO et MES.

Depuis 2013, l'intégralité des eaux usées produites par le site est traitée uniquement par la filière membranaire (seconde unité). La première unité est hors service et a été transformée en bassin de stockage intermédiaire.

Les effluents traités de la station d'épuration Sud sont rejetés dans le canal d'amenée via l'émissaire 2. Les boues de la station d'épuration Sud sont stockées, stabilisées puis prétraitées par centrifugation avec ajout de polymères avant transport vers la filière d'incinération avec valorisation énergétique.

2.3.4.6. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DE COLLECTE ET TRAITEMENT DES EAUX HUILEUSES

Les eaux huileuses sont des eaux susceptibles de contenir des hydrocarbures. Elles sont issues de zones où des hydrocarbures sont manipulés : graissage de machines, dépotage ou utilisation de fluides de régulation, dépotages d'hydrocarbures (pour les groupes électrogènes par exemple), stockage et manipulation de lubrifiants (huilerie).

Réacteurs 1 et 2

La collecte des eaux huileuses des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville est réalisée par le réseau d'eaux huileuses « SEH » qui se compose de :

- Un réseau SEH spécifique à chaque réacteur 1 et 2. Son rôle est de collecter tous les effluents non radioactifs susceptibles de contenir des hydrocarbures provenant des installations industrielles spécifiques à chaque réacteur (1 et 2).
Il achemine ensuite ces effluents soit dans des réservoirs, soit dans des collecteurs de site, vers une capacité tampon de 1641 litres.
- Un réseau SEH commun aux deux réacteurs 1 et 2. Son rôle est identique à celui du SEH spécifique à chaque réacteur 1 et 2, mais il collecte de façon directe uniquement les effluents qui ne sont pas dirigés vers les réservoirs de SEH spécifiques à chaque réacteur 1 et 2. Il récupère également les effluents d'abord collectés par les SEH spécifiques à chaque réacteur 1 et 2.

Après séparation des hydrocarbures, les effluents sont rejetés au réseau SEO et dirigés vers le canal d'amenée via l'émissaire 4.

Les effluents hydrocarbonés sont quant à eux relevés par une pompe mobile vers des réservoirs mobiles et envoyés à l'extérieur du site pour être traités par un éliminateur agréé.

Réacteur EPR

Le réseau SEH spécifique au réacteur 3 collecte tous les effluents non radioactifs susceptibles de contenir des hydrocarbures issus du réacteur EPR (effluents et égouttures en provenance des transformateurs, de la salle des machines, de l'huilerie, des diesels, des stockages et des aires de dépôtage susceptibles de recevoir des hydrocarbures).

Il achemine l'ensemble de ces effluents vers **un séparateur d'hydrocarbures spécifique au réacteur EPR**.

Les effluents épurés, après séparation des hydrocarbures, sont dirigés vers le collecteur principal puis rejetés en mer par l'émissaire unique de l'EPR (émissaire 15).

2.3.5. DESCRIPTION DES OUVRAGES DE REJET DANS L'EAU

2.3.5.1. REJET EN MER VIA LES GALERIES DE REJET SOUS-MARINES

Pour les trois réacteurs, les rejets se font en mer à distance de la côte via les galeries de rejet sous-marines avec les eaux de refroidissement pour :

- les rejets liés à la chloration de l'eau de mer ;
- les substances chimiques rejetées dans le canal de prise d'eau, qui sont alors reprises par la station de pompage et mélangées dans l'eau de circulation avant d'être rejetées en mer.

Description des ouvrages de rejets pour les réacteurs 1 et 2 et pour les effluents radioactifs des trois réacteurs

Chaque réacteur comporte un bassin de rejet accolé à la station de pompage comportant un déversoir, qui recueille les eaux de circuits de réfrigération du condenseur et des auxiliaires nucléaires.

Chaque bassin est prolongé par un puits vertical raccordé à une galerie sous-marine débouchant à environ 500-600 m du rivage et terminée par un diffuseur en mer.



Figure 2.s : Schéma simplifié d'un ouvrage de rejet en mer

Ces ouvrages, au nombre de deux (un par réacteur), rejettent les eaux de refroidissement en provenance du condenseur du réacteur.

L'ensemble des effluents radioactifs liquides non recyclés issus des réservoirs T et S, les effluents issus de la salle des machines susceptibles d'être radioactifs (réservoirs Ex) des deux réacteurs sont rejetés par l'ouvrage de rejet en mer.

Les effluents radioactifs en provenance du réacteur 3 sont orientés, après traitement, également vers les réservoirs T, S ou Ex qui sont communs aux trois réacteurs, puis évacués par les ouvrages de rejet des réacteurs 1 et 2.

La localisation des ouvrages est précisée dans la [Figure 2.s](#).

Description de l'ouvrage de rejet du réacteur EPR

Le circuit de rejet de l'eau de réfrigération du condenseur et des auxiliaires nucléaires comprend :

- Un bassin de rejet, le long du canal d'amenée.
- Un bassin de pré-rejet, situé entre la station de pompage et le bassin de rejet, le long du canal d'amenée. Cet ouvrage est destiné à recueillir les débris marins provenant de la station de pompage. Les débris sont recueillis à l'aide de bennes à fond troué, qui sont ensuite évacués par camion (en fonction de la quantité de débris plastique collectés avec les algues, les débris sont traités soit dans une filière de recyclage, soit comme déchets industriels banals).

L'eau et les petits débris sont remontés dans l'ouvrage pour évacuation en mer à l'aide d'un dispositif appelé vis d'Archimède.

- Un puits vertical, dit « puits à terre », situé au niveau du canal d'amenée.

En amont du puits, un évent est installé afin d'éviter que l'air entraîné par les mouvements d'eau provenant du bassin de rejet, ne s'accumule pas dans l'ouvrage de rejet. Cet évent est constitué de deux canalisations qui partent de l'ouvrage de liaison et qui remontent vers la crête de la digue (Cf. [Figure 2.t](#)).

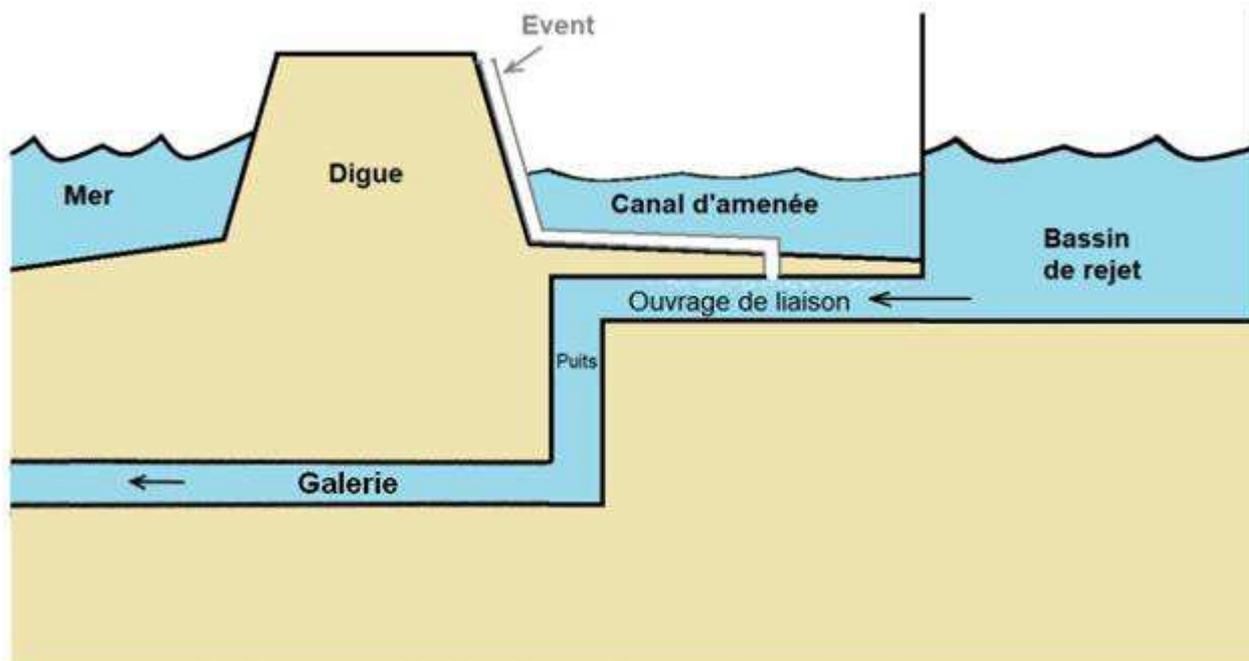


Figure 2.t : Schéma de l'ouvrage de rejet du réacteur 3

- Une galerie sous-marine, raccordée à ce puits et creusée sous le fond de la mer.
- En extrémité, un puits vertical, dit « puits en mer », dans lequel débouche la galerie, coiffé d'un ouvrage de rejet permettant la diffusion.

2.3.5.2. REJETS PONCTUELS DU RÉACTEUR 3 DANS LE CANAL D'AMENÉE

Dans certains cas spécifiques, pour le réacteur EPR, des rejets sont faits dans le canal d'amenée avant d'être ré-aspirés par l'installation et rejetés en mer par les émissaires de rejets décrits au [Paragraphe 2.3.4.4](#) et définis par la décision ASN « Modalités » fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des INB n° 108, n° 109 et n° 167.

Les substances chimiques rejetées dans le canal de prise d'eau sont reprises par la station de pompage et mélangées dans l'eau de circulation avant d'être rejetées en mer via la galerie de rejet sous-marine avec les eaux de refroidissement.

Ces rejets sont les suivants et sont détaillés dans l'[Annexe 1](#) :

- Rejet par le toboggan de diversification.
- Rejet d'une partie des eaux issues des opérations de vidange ou d'essais des réseaux incendie.
- Débordement des trop-pleins des vis d'Archimède.
- Débordement des trop-pleins de l'ouvrage de rejet en mer de l'EPR.

2.3.6. DESCRIPTION DES ÉMISSAIRES DE REJETS À L'ATMOSPHÈRE DU SITE

Trois principaux types d'émissaire de rejets à l'atmosphère sont présents sur le site de Flamanville :

- **Les cheminées de rejet des Bâtiments des Auxiliaires Nucléaires (bâtiments BAN pour les réacteurs 1 et 2, et HN pour le réacteur 3)**

Les rejets à l'atmosphère issus de l'îlot nucléaire et de l'extraction des gaz incondensables au condenseur sont rejetés à l'atmosphère par l'intermédiaire d'une cheminée par réacteur. Le site de Flamanville comporte trois cheminées de rejet, situées chacune en toiture du bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN et HN). Chaque cheminée rejette les effluents radioactifs à une hauteur de 98 m au-dessus du sol.

Les effluents sont dilués, juste avant le rejet par la cheminée, dans l'air provenant de tous les circuits de ventilation aboutissant à cette cheminée.



Figure 2.u : Cheminées des trois bâtiments des auxiliaires nucléaires



Figure 2.v : Cheminée du bâtiment des auxiliaires nucléaires (HN) du réacteur 3

- **Les exutoires de vapeur du secondaire, constitués essentiellement par les soupapes du contournement de la turbine à l'atmosphère (GCTa) sur chacun des réacteurs 1 et 2**

Ce circuit permet le contournement de la turbine et l'évacuation de la vapeur, notamment lors des arrêts de réacteurs.

- **Les cheminées d'échappement des groupes électrogènes de secours**

Le site de Flamanville est équipé de :

- Quatre groupes électrogènes de secours à moteur diesel (LHP / LHQ) pour les réacteurs 1 et 2, d'une puissance unitaire de 18,3 MWth. Ils assurent l'alimentation de secours des auxiliaires de sûreté et des auxiliaires de sécurité secourus, en cas de coupure du réseau électrique (chaque groupe permet de mettre en état de sûreté un réacteur et d'assurer le refroidissement du réacteur). Ils sont répartis en deux groupes (LHP et LHQ) par réacteur, indépendants l'un de l'autre et indépendants de ceux des autres réacteurs.
- Six groupes électrogènes de secours à moteur diesel pour le réacteur 3 : quatre moteurs diesels de secours EDG, nommés LHP, LHQ, LHR et LHS, d'une puissance de 17,6 MWth chacun, et deux diesels d'ultime secours SBO nommés LJP et LJS d'une puissance de 7,6 MWth chacun. Ils assurent l'alimentation de secours des auxiliaires de sûreté et des auxiliaires de sécurité secourus, en cas de coupure du réseau électrique. Chaque EDG permet de mettre en état de sûreté le réacteur et d'assurer le refroidissement du réacteur.
- Un groupe d'ultime secours (LHT) de la TAC, d'une puissance de 15,8 MWth situé dans le prolongement des bâtiments réacteur entre le réacteur 2 et le réacteur 3. Il assure le secours en cas d'indisponibilité d'un groupe électrogène de secours.
- Deux groupes électrogènes à moteur Diesel d'Ultime Secours (DUS) pour les réacteurs 1 et 2, d'une puissance de 9 MWth dont la mise en place a été décidée dans le cadre du programme de renforcement de la conception des installations « post-Fukushima ». Ils sont situés à l'est (réacteurs 1 et 2) du CNPE.
- Un groupe électrogène qui alimente le Centre de Crise Local (CCL) d'une puissance unitaire de 2,5 MWth.

Le site dispose d'autres diesels de faible puissance et aux démarrages peu fréquents comparé aux diesels présentés ci-avant :

Spécifiquement pour les réacteurs 1 et 2

- Quatre diesels de secours du circuit secondaire (système LLS) d'une puissance unitaire inférieure à 1 MWth situés sur les toits des BAN.
- Un groupe électrogène à moteur diesel pour le Bloc De Sécurité (BDS), d'une puissance unitaire de 144 kWth.
- Un groupe électrogène à moteur diesel pour le Bâtiment Inter-Entreprises (BIE), d'une puissance unitaire de 36 kWth.
- Un groupe électrogène à moteur diesel pour le magasin outillage froid d'une puissance unitaire de 36 kWth,

La [Figure 2.w](#) localise ces émissaires sur le site.

Nota : pour les réacteurs 1 et 2, le bâtiment de stockage intermédiaire (BSI), l'atelier lourd, l'atelier chaud, le magasin chaud, l'ensemble laverie-atelier de décontamination, susceptibles d'être contaminés, disposent de cheminées de rejet équipées de filtres Très Haute Efficacité (THE) permettant de piéger les éventuelles poussières radioactives.

Pour le réacteur EPR, toutes les ventilations des bâtiments susceptibles d'être contaminés sont rejetés par une unique cheminée équipée de filtres Très Haute Efficacité (THE) permettant de piéger les éventuelles poussières radioactives.

[

]

Figure 2.w : Émissaires de rejets des effluents atmosphériques

Le [Tableau 2.d](#) suivant récapitule les caractéristiques des principaux émissaires de rejets à l'atmosphère présents sur le site de Flamanville.

Tableau 2.d : Caractéristiques des principaux émissaires de rejet à l'atmosphère du site de Flamanville

Émissaires	Nombre	Hauteur de rejet (m)	Diamètre intérieur (m)	Vitesse de rejet (m/s) (vitesse nominale de conception)	Température au rejet (°C)	Orientation du rejet
Cheminées BAN réacteurs 1 et 2	2	98	3,2	7	T° ambiante	Vertical
Cheminées HN (réacteur 3)	1	98	3	7,1	T° ambiante	Vertical
Exutoires GCTa réacteurs 1 et 2	8	33	3,19	0,95 m/s	100	Vertical
Cheminées des groupes électrogènes de secours à moteur diesel des réacteurs 1 et 2 LHP	2	23,8	1,05	35,93	435	Horizontal
Cheminées des groupes électrogènes de secours à moteur diesel des réacteurs 1 et 2 LHQ	2	33,8	1,05	35,93	435	Horizontal
Cheminées des groupes électrogènes de secours à moteur diesel du réacteur 3 EDG	4	26,8	1	32	390	Vertical
Cheminées des groupes électrogènes de secours à moteur diesel du réacteur 3 SBO	2	26,8	0,5	11,2	520	Vertical
Cheminée du groupe électrogène d'ultime secours (LHT)	1	7,9	2,50	8,80	560	Vertical
Cheminée du diesel d'ultime secours (DUS) des réacteurs 1 et 2	2	26	0,8	72,94	399	Vertical
(CCL)	1	14	0,4	76,80	480	Vertical

2.4.

DESCRIPTION DE LA PHASE DE CHANTIER

Comme indiqué au [Chapitre 1](#), le présent document constitue une mise à jour de l'étude d'impact de Flamanville 3, pour le Dossier de Mise En Service (DMES) du réacteur 3. La phase de mise en service de l'installation intervient après la phase de chantier pour laquelle l'étude d'impact a été soumise avec le dossier support à la demande d'autorisation de création de l'INB n° 167 formulée par EDF le 9 mai 2006.

La mise en service de l'installation Flamanville 3 ne présente aucun impact sur les éléments relatifs à la phase de chantier du réacteur Flamanville 3.

De ce fait, les éléments relatifs à la phase de construction appelés par l'article R122-5 du code de l'environnement, ne sont pas réintégrés dans la présente mise à jour de l'étude d'impact mais les éléments suivants peuvent être consultés :

- L'étude d'impact soumise conformément à l'article 3-I du décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963 modifié et au titre II de l'article 6 du décret 85-453 du 23 avril 1985, codifié aux articles R. 123-6 du code de l'environnement en support à la demande d'autorisation de création ayant abouti au décret n° 2007-534 du 10 avril 2007 modifié autorisant la création de l'installation nucléaire de base dénommée Flamanville 3, comportant un réacteur nucléaire de type EPR, sur le site de Flamanville (Manche) ;
- L'étude d'impact soumise conformément au décret n° 95-540 du 4 mai 1995 en support à la demande d'autorisation de rejets et de prélèvements d'eau ayant abouti à la Décision n° 2010-DC-0189 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 7 juillet 2010 fixant à Électricité de France - Société Anonyme (EDF-SA) les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau et de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux pour l'exploitation des réacteurs « Flamanville 1 » (INB n° 108), « Flamanville 2 » (INB n° 109) et « Flamanville 3 » (INB n° 167), et à la Décision n° 2010-DC-0188 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 7 juillet 2010 fixant à Électricité de France – Société Anonyme (EDF-SA) les limites de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux pour l'exploitation des réacteurs « Flamanville 1 » (INB n° 108), « Flamanville 2 » (INB n° 109) et « Flamanville 3 » (INB n° 167) ;
- La mise à jour de l'étude d'impact soumise conformément à l'article 26 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 en support à la demande d'autorisation de modification notable ayant abouti à la Décision n° 2018-DC-0639 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les valeurs limites de rejet dans l'environnement des effluents des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville (décision « Limites »), et à la Décision n° 2018-DC-0640 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville (décision « Modalités »).

Conformément à l'article 4.4.4 de l'arrêté INB du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, EDF établit un rapport présentant l'impact de son installation durant l'année civile écoulée. Ce rapport caractérise les prélèvements d'eau, les rejets d'effluents, la surveillance de l'environnement et les impacts et nuisances occasionnés tenant compte le cas échéant du chantier Flamanville 3. La mise en service du réacteur Flamanville 3 n'ayant pas d'impact sur sa phase chantier, la présente étude d'impact ne réintègre pas le contenu des rapports établis au titre de l'article 4.4.4 de l'arrêté INB du 7 février 2012 pour le réacteur Flamanville 3.

2.5.

INTERACTIONS AVEC L'ENVIRONNEMENT

2.5.1. PRÉLÈVEMENTS ET CONSOMMATION D'EAU

L'eau est indispensable au fonctionnement d'une centrale nucléaire.

Les prélèvements d'eau sont réalisés pour assurer le refroidissement des condenseurs et pour alimenter en eau brute ou industrielle les différents circuits nécessaires au fonctionnement.

Pour le fonctionnement des installations du site de Flamanville, EDF prélève de l'eau dans les milieux suivants :

- la mer, pour l'alimentation des circuits de réfrigération des chaudières nucléaires avec restitution intégrale de l'eau au milieu d'origine, et pour l'alimentation en eau déminéralisée du circuit primaire et du circuit secondaire de chaque réacteur, ainsi que du circuit incendie du réacteur EPR ;
- les trois rivières : Grand Douet, petit Douet ou la Dielette pour la production d'eau déminéralisée à partir des eaux douces superficielles.

Il peut être amené à prélever de l'eau dans la nappe sous-jacente dans le cadre de la mise en œuvre de travaux de génie civil ou de VRD (Voie et Réseaux Divers).

2.5.1.1. BESOINS EN EAU DE MER

L'eau de mer est pompée dans le canal d'amenée commun aux trois réacteurs par les stations de pompages.

- **Réacteurs 1 et 2**

La quantité journalière totale prélevée par le CNPE avec deux réacteurs en fonctionnement est d'environ 3,88 millions m³/jour/réacteur. Elle est **intégralement restituée en mer**.

Chaque pompe de circulation principale (circuit CRF) assurant la réfrigération des condenseurs et des auxiliaires conventionnels a un débit nominal de 21,5 m³/s. Elles sont au nombre de deux par réacteur.

Les pompes des circuits d'eau brute secourue pour la réfrigération intermédiaire (SEC) sont au nombre de deux par réacteur. Elles sont réparties sur deux voies différentes. Leur débit unitaire est de 0,83 m³/s. En fonctionnement normal pleine puissance, une seule pompe SEC par réacteur est nécessaire.

Les pompes de lavage du tambour filtrant (circuit CFI), de débit nominal de 0,11 m³/s, sont au nombre de quatre par réacteur.

Une injection d'hypochlorite de sodium est prévue en amont des grilles, ainsi qu'en amont des tuyauteries de lavage tambour filtrant, avec un débit de pompe CTE de 0,022 m³/s. Elles sont au nombre de deux par réacteur (une pompe fonctionne en secours de l'autre).

L'alimentation en eau de mer de l'unité SDS est assurée par une pompe (une autre pompe est disponible pour la remplacer en cas de besoin). Ces deux pompes sont installées en station de pompage du réacteur 1. Le débit nominal de pompage de l'eau de mer est de 224 m³/h.

- **Réacteur EPR**

La quantité journalière totale prélevée par l'EPR avec un réacteur en fonctionnement, sera d'environ 5,7 millions m³/jour. Elle est **intégralement restituée en mer**.

Chaque pompe de circulation principale (circuit CRF) assurant la réfrigération des condenseurs et des auxiliaires conventionnels a un débit nominal de 30,5 m³/s. Elles sont au nombre de deux pour le réacteur EPR.

Les pompes des circuits d'eau brute secourue pour la réfrigération intermédiaire (SEC) sont au nombre de quatre pour le réacteur EPR. Elles sont réparties sur les quatre trains de la station de pompage. Leur débit unitaire est de 1,14 m³/s.

Les pompes de lavage du tambour filtrant (circuit CFI), de débit nominal de 0,21 m³/s, sont au nombre de quatre pour le réacteur EPR.

Les pompes de réfrigération des circuits conventionnels (SRI, CVI) (circuit SEN), de débit nominal de 1,47 m³/s sont au nombre de quatre pour le réacteur EPR.

Les pompes de réfrigération ultime (circuit SRU), de débit nominal de 0,18 m³/s sont au nombre de deux pour le réacteur EPR.

Une injection d'hypochlorite de sodium est prévue en amont des grilles, ainsi qu'en amont des pompes SEC, au moyen de deux pompes CTE ayant un débit unitaire de 0,033 m³/s.

2.5.1.2. BESOINS EN EAU BRUTE PRÉLEVÉE EN RIVIÈRE

La production d'eau déminéralisée pour le site de Flamanville par la SDA est réalisée à partir de prélèvements dans les trois rivières que sont : le petit Douet, le Grand Douet et la Diélette.

Une dérivation est pratiquée du Grand Douet vers le Petit Douet. Elle est autorisée pour un prélèvement maximum de 31 L/s. Le pompage autorisé au niveau de la station sur le Petit Douet est de :

- 45 L/s en régime normal,
- 83 L/s en régime exceptionnel (c'est-à-dire en cas d'indisponibilité de la station de pompage de Diélette).

Les débits précédents incluent l'apport du Grand Douet.

Le débit de pompage autorisé au niveau de la station sur la Diélette est de 45 L/s et exceptionnellement de 68 L/s (en cas d'indisponibilité de la station de pompage de Siouville).

Le prélèvement total annuel en eau douce autorisé ne peut excéder 1.10^6 m³ (il peut être augmenté de 6.10^4 m³ par mois d'indisponibilité de l'unité de dessalement (hors période de maintenance), après accord de l'Autorité de sûreté nucléaire, dans la limite de $1,8 \cdot 10^5$ m³).

2.5.1.3. BESOINS EN EAU POTABLE

L'alimentation en eau potable du site de Flamanville est assurée par le réseau de distribution de la commune d'agglomération du Cotentin, et est alimentée par le réseau de la commune de Les Pieux.

La consommation en eau potable pour le site est de l'ordre de 50 000 m³/an.

2.5.1.4. POMPAGES EN NAPPE POUR LES BESOINS DE TRAVAUX DE GÉNIE CIVIL

Le fonctionnement du site de Flamanville et sa maintenance courante peut nécessiter la mise en œuvre de travaux de génie civil, pour lesquels il est souvent nécessaire de réaliser des excavations pouvant être notamment :

- des réalisations de tranchées ;
- des substitutions de terrain sous les fondations d'un ouvrage.

En fonction de leur profondeur, le niveau bas de ces excavations peut se trouver sous le niveau de la nappe. Pour que les travaux puissent être réalisés au sec, l'eau de nappe doit alors être pompée et rejetée. Les opérations concernées sont notamment des travaux de VRD et des travaux de génie civil dans le cadre de la création d'ouvrages et bâtiments divers. Les volumes pompés restent en deçà des seuils déclaratifs de l'article R. 214-1 du code de l'environnement.

2.5.1.5. LIMITES DE PRÉLÈVEMENTS D'EAU

Les prélèvements d'eau de mer ne font pas l'objet de limites étant donné qu'il n'y a pas d'enjeu sur la ressource et qu'ils sont intégralement restitués.

Seuls les prélèvements d'eau douce en rivière font l'objet de limites. Celles-ci sont fixées réglementairement par l'Autorité de sûreté nucléaire : les volumes et les débits prélevés en eau douce n'excèdent pas les valeurs maximales présentées dans le [Tableau 2.e](#) suivant.

Tableau 2.e : Limites de prélèvement d'eau

Origine	Débit de prélèvement (L/s)		Prélèvement annuel total	Débit réservé (4) (L/s)
	Régime normal	Régime exceptionnel (1)		
Grand Douet	31	31	1.10 ⁶ m ³ (2)	23
Petit Douet (3)	45	83		16
Diélette	45	68		53

(1) Le régime exceptionnel n'est applicable que lorsqu'une des deux stations de pompage est indisponible (station de pompage de Siouville : Petit et Grand Douet, station de la Diélette).

(2) Le prélèvement annuel total peut être augmenté de 6.10⁴ m³ par mois d'indisponibilité de l'unité de dessalement (hors période de maintenance), après accord de l'Autorité de sûreté nucléaire, dans la limite de 1,8.10⁵ m³.

(3) L'eau prélevée dans le Grand Douet est dérivée vers le Petit Douet. Le débit de prélèvement dans le Petit Douet inclut donc le débit prélevé dans le Grand Douet.

(4) Le débit réservé est le débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces dans le cours d'eau. L'exploitant prend toutes les dispositions pour garantir ce débit en aval des points de prélèvement.

2.5.2. REJETS THERMIQUES

2.5.2.1. ORIGINE DES REJETS THERMIQUES

Dans une centrale nucléaire, le fluide « eau-vapeur » du circuit secondaire suit un cycle thermodynamique dit cycle de Carnot. Au cours du cycle, le fluide « eau-vapeur » échange de l'énergie thermique avec la source « chaude » constituée de l'eau du circuit primaire et avec la source « froide » assurée par l'eau du circuit de refroidissement du condenseur.

Le refroidissement des condenseurs du site de Flamanville est effectué en circuit de type « ouvert » c'est-à-dire que la source froide est apportée directement par la mer

Les eaux de refroidissement prélevées sont intégralement rejetées à la mer après circulation dans le condenseur où elles se sont échauffées.

Les rejets thermiques se font en mer par l'intermédiaire des galeries souterraines décrites au [Paragraphe 2.3.5.1](#).

2.5.2.2. RÉGLEMENTATION DES REJETS THERMIQUES

Les valeurs limites des rejets thermiques sont fixées par décision de l'Autorité de sûreté nucléaire. Ces limites prévoient que :

- Les rejets thermiques sont tels que l'écart entre la température de l'eau au niveau de la prise d'eau et celle au niveau des bassins de rejet (échauffement) ne dépasse pas, sauf dans les situations particulières d'exploitation prévues dans la décision « Limites » :
 - 15°C pour les INB n° 108 et n° 109 ;
 - 14°C pour l'INB n° 167.
- La température de l'eau de mer, à la sortie des galeries de rejet, est :
 - inférieure à 30°C de novembre à mai ;
 - inférieure à 35°C de juin à octobre, hors situations d'exploitation particulières prévues dans la décision « Limites » (qui sont : dans le cas d'une indisponibilité d'une pompe de circulation ou du nettoyage de la station de pompage, l'écart entre la température de l'eau au niveau de la prise d'eau et les bassins de rejet peut dépasser 15°C pour les INB n° 108 et n° 109 et 14°C pour l'INB n° 167, sans être supérieur à 21°C. La durée cumulée de ces situations particulières n'excède pas vingt jours par an.).
- La température de l'eau de mer reste inférieure à 30°C au-delà d'un rayon de 50 m autour des points de rejet.

2.5.3. REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES ET À L'ATMOSPHÈRE

2.5.3.1. ORIGINE DES EFFLUENTS RADIOACTIFS

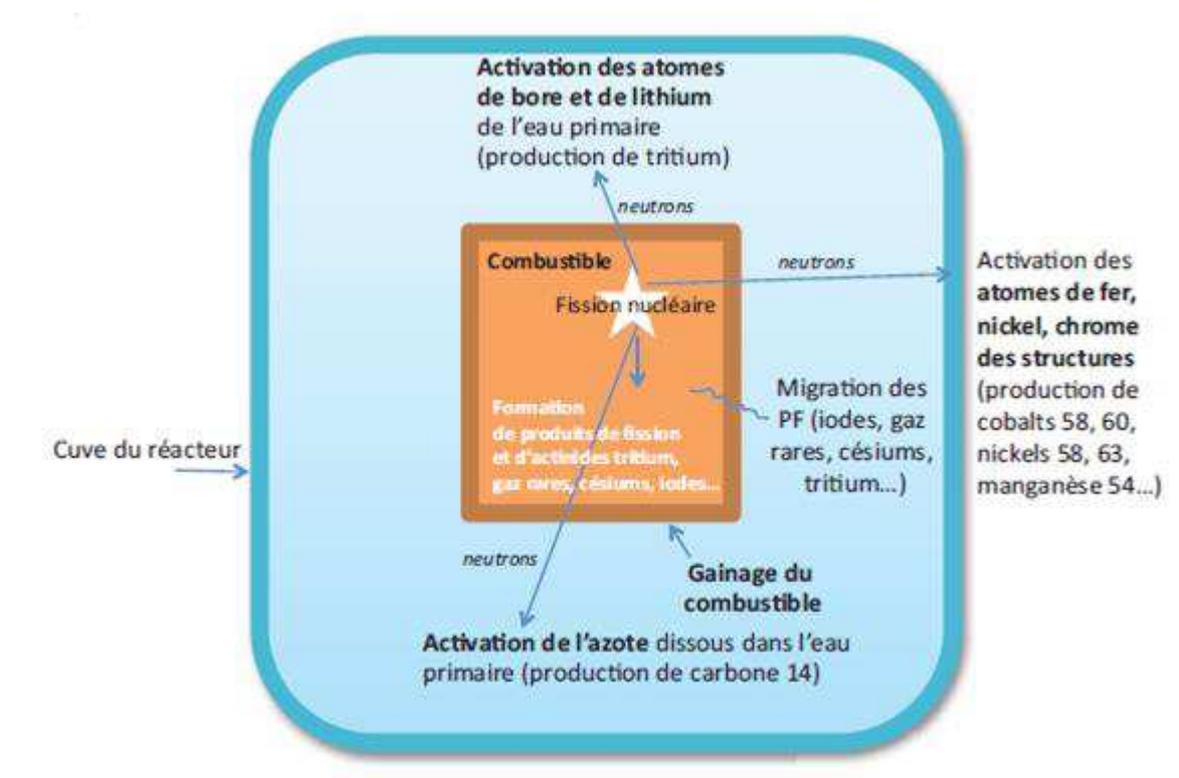
L'énergie produite par un réacteur nucléaire provient de la fission nucléaire. Lors de cette réaction, les atomes lourds du combustible nucléaire se scindent en de nouveaux nucléides plus légers. Cette réaction libère une grande quantité d'énergie et s'accompagne de l'émission de neutrons de fission pouvant entraîner la formation de substances radioactives (radionucléides). Le réacteur est donc le siège de la formation de radionucléides dont une infime partie se retrouve dans les effluents gazeux et/ou liquides.

Parmi les substances radioactives susceptibles d'être présentes dans les effluents, se trouvent :

- Les produits créés dans le combustible par fission des atomes d'uranium ou de plutonium. Les radionucléides **dits Produits de Fission (PF)**, tels que les iodes 131 et 133, les césiums 134 et 137, le krypton 85, le tritium, le carbone 14, le strontium 90 restent en quasi-totalité confinés dans le combustible. Ils peuvent toutefois migrer dans l'eau du circuit primaire, en cas d'inétanchéité du gainage du combustible, et donc se retrouver dans les effluents.
- Les produits créés à l'extérieur du combustible par l'action des neutrons de fission sur les structures en acier du réacteur (cuve, tuyauteries, grappes de commandes ou sources de neutrons) ainsi que sur les éléments chimiques contenus dans l'eau du circuit primaire, tels que le bore et le lithium. On les appelle les **Produits d'Activation (PA)** dont les principaux sont les cobalts 58 et 60, le manganèse 54, l'antimoine 124, l'argent 110m mais aussi le tritium et le carbone 14.

- Les **actinides** formés dans le combustible par capture de neutrons (américium 241, curium 242, plutonium 239...). Ces radionucléides se caractérisent par l'émission d'un rayonnement alpha. Comme les produits de fission, les actinides restent confinés en quasi-totalité dans le combustible.

La [Figure 2.x](#) présente de façon schématique les processus de formation des produits d'activation et de fission.



@ EDF SA

Figure 2.x : Schéma de formation des produits d'activation et produits de fission

La collecte et le traitement des effluents radioactifs sont présentés au [Paragraphe 2.3.4](#) précédent et en [Annexe 2](#).

2.5.3.2. REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

L'activité maximale des effluents radioactifs liquides rejetés par les installations du site est donnée en activité maximale annuelle en GBq/an et en débit d'activité rejetée en Bq/s pour les principales catégories de radionucléides à savoir :

- Carbone 14 (produit d'activation) ;
- Tritium (produit d'activation) ;
- Les iodes (isotopes de l'iode qui sont des produits de fission pouvant migrer hors de la gaine du combustible et se retrouver dans les effluents) ;
- Les autres produits de fission ou d'activations émetteurs bêta ou gamma.

- **Activité annuelle et débit d'activité par catégorie de radionucléide**

Les valeurs limites de rejet sont fixées par décision de l'Autorité de Sûreté Nucléaire et sont rappelées dans le [Tableau 2.f](#) suivant.

Tableau 2.f : Limites d'activité annuelles et de débit d'activité des effluents radioactifs liquides du site de Flamanville

Paramètres	Limites annuelles en activité (GBq/an)	Limite en débit d'activité (Bq/s) (3)
Tritium	145 000 + 10 000 x N (1) (2)	800 Bq/L x D
Carbone 14	280	-
Iodes	0,12	1 Bq/L x D
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma (Autres PF/PA)	13	7 Bq/L x D

1) N : nombre de réacteurs des INB n° 108 et n° 109 ayant une gestion du combustible à haut taux de combustion

(2) Les limites applicables pour une gestion du combustible à haut taux de combustion n'entrent en vigueur qu'après décision de l'Autorité de sûreté nucléaire. Dans les cas où différents modes de gestion de combustible seraient mis en œuvre sur un même réacteur au cours d'une année calendaire, la limite annuelle sera calculée prorata temporis des durées de fonctionnement respectives des deux modes de gestion du combustible. La durée d'arrêt de réacteur compte pour le cycle précédent.

(3) Débit d'activité maximum dans le bassin de rejet au point de rejet en mer, pour un débit D (exprimé en L/s) dans la conduite des eaux de refroidissement, en valeur moyenne sur 24 heures.

Pour l'étude d'impact, la valeur d'activité annuelle rejetée en tritium la plus pénalisante est utilisée. Cette valeur est de 165 000 GBq/an. Elle est obtenue lorsque les deux réacteurs 1 et 2 sont rechargés avec du combustible à Haut Taux de Combustion (dit combustible HTC), soit N=2.

- **Activité annuelle par radionucléide**

Pour l'évaluation des incidences, les activités annuelles rejetées de chaque radionucléide sont calculées à partir des limites en activité annuelle rejetée et du spectre type des rejets radioactifs liquides établi à partir des rejets moyens des sites du palier 1300 MWe sur la période [2005-2018].

Elles sont présentées dans le [Tableau 2.g](#).

Tableau 2.g : Spectres des rejets d'effluents liquides radioactifs du site de Flamanville

Paramètres	Limite en activité (GBq)	RN	Répartition (%)	Activité annuelle rejetée (GBq/an)	
Tritium	165 000	³ H	100	145 000 (Autre)	165 000 (HTC)
Carbone 14	280	¹⁴ C	100	280	
Iodes	0,12	¹³¹ I	100	0,12	
Autres PF/PA	13	⁵⁴ Mn	3,1	0,403	
		⁵⁸ Co	22,4	2,912	
		⁶⁰ Co	23,4	3,042	
		⁶³ Ni	23,8	3,094	
		^{110m} Ag	4,5	0,585	
		^{123m} Te	3,5	0,455	
		¹²⁴ Sb	3,7	0,481	
		¹²⁵ Sb	7,8	1,014	
		¹³⁴ Cs	2,7	0,351	
		¹³⁷ Cs	4,5	0,585	
		⁵¹ Cr	0,499	0,065	
		⁵⁷ Co	0,011	0,001	
		⁵⁹ Fe	0	0	
⁹⁵ Nb	0,066	0,009			
⁹⁵ Zr	0,024	0,003			
^{108m} Ag	0	0			

2.5.3.3. REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS À L'ATMOSPHÈRE

L'activité maximale des effluents radioactifs rejetés par les installations du site sous forme atmosphériques ou d'aérosols solides est donnée en activité maximale annuelle en GBq/an et en débit d'activité rejetée à la cheminée du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) en Bq/s pour les principales catégories de radionucléides à savoir :

- Carbone 14 (produit d'activation).
- Tritium (produit d'activation).
- Les gaz rares (isotopes du xénon, argon et krypton, qui sont des produits de fission pouvant migrer hors de la gaine du combustible et se retrouver dans les effluents).
- Les iodes (isotopes de l'iode qui sont des produits de fission pouvant migrer hors de la gaine du combustible et se retrouver dans les effluents).
- Les autres produits de fission ou d'activations émetteurs bêta ou gamma.

- **Activité annuelle et débit d'activité à la cheminée par catégorie de radionucléide**

Les valeurs limites de rejet sont fixées par décision de l'Autorité de sûreté nucléaire et sont rappelées dans le [Tableau 2.h](#) suivant.

Tableau 2.h : Limites d'activité annuelles et de débit d'activité des rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère du site de Flamanville

Paramètres	Limite en activité annuelle (GBq/an)	Limite en débit d'activité par cheminée (Bq/s)	
		INB n° 108 et n° 109	INB n° 167
Carbone 14	2 300	/	/
Tritium	11 000	$1,2 \cdot 10^6$ (1)	$9,0 \cdot 10^5$ (1)
Gaz rares	40 000	$1,0 \cdot 10^7$ (2)	$1,0 \cdot 10^7$ (2)
Iodes	1	$1,1 \cdot 10^2$ (3)	$1,1 \cdot 10^2$ (3)
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma (Autres PF/PA)	0,15	$1,1 \cdot 10^2$ (4)	$1,0 \cdot 10^2$ (4)

(1) Ce débit d'activité peut être dépassé sans toutefois que le débit d'activité pour l'ensemble du site de Flamanville ne dépasse $3,3 \cdot 10^6$ Bq/s.

(2) Ce débit d'activité peut être dépassé sans toutefois que le débit d'activité pour l'ensemble du site de Flamanville ne dépasse $3,0 \cdot 10^7$ Bq/s.

(3) Ce débit d'activité peut être dépassé sans toutefois que le débit d'activité pour l'ensemble du site de Flamanville ne dépasse $3,3 \cdot 10^2$ Bq/s.

(4) Ce débit d'activité peut être dépassé sans toutefois que le débit d'activité pour l'ensemble du site de Flamanville ne dépasse $3,2 \cdot 10^2$ Bq/s.

- **Activité annuelle par radionucléide**

Pour l'évaluation des incidences, les activités annuelles rejetées de chaque radionucléide sont calculées à partir des limites en activité annuelle et du spectre type des rejets radioactifs gazeux.

Ces spectres ont été établis à partir des rejets moyens des sites du palier 1300 MWe sur la période [2005-2018].

Tableau 2.i : Spectres des rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère du site de Flamanville

Paramètres	Limite en activité annuelle (GBq/an)	RN	Répartition (%)	Activité annuelle (GBq/an)
Carbone 14	2300	¹⁴ C	100	2 300
Tritium	11 000	³ H	100	11 000
Gaz rares	40 000	⁴¹ Ar	1,55	620
		⁸⁵ Kr	2,51	1 004
		^{131m} Xe	5,38	2 152
		¹³³ Xe	70,74	28 296
		¹³⁵ Xe	19,58	7 832
		^{85m} Kr	0,096	38
		⁸⁸ Kr	0,041	16
		^{133m} Xe	0,071	28
Iodes	2,4	¹³¹ I	29,0	0,290
		¹³³ I	55,8	0,558
		¹³² I	8,4	0,084
		¹³⁵ I	3,9	0,039
		¹³⁴ I	2,9	0,029
Autres PF/PA	2,4	⁵⁸ Co	35,7	0,054
		⁶⁰ Co	23,6	0,035
		¹³⁴ Cs	14,3	0,021
		¹³⁷ Cs	16,1	0,024
		⁵¹ Cr	9,38	0,014
		⁵⁴ Mn	0,38	0,001
		⁹⁵ Nb	0,28	0,0004
		^{110m} Ag	0	0
¹²⁴ Sb	0,26	0,0004		

2.5.3.4. REJETS RADIOACTIFS ATMOSPHÉRIQUES « DIFFUS »:

Le site de Flamanville émet également des rejets radioactifs diffus qui sont constitués :

- Des rejets de vapeur du circuit secondaire via le circuit de contournement de la turbine par décharge à l'atmosphère (GCTa) liés à des micro-inétanchéités sur les tubes des générateurs de vapeur qui engendrent un transfert de tritium vers le circuit secondaire.
- Des rejets radioactifs au niveau des événements des réservoirs Ex, T et S ainsi que du réservoir d'eau de refroidissement des piscines (PTR), provenant de la dilatation des ciels des réservoirs du fait des variations de température entre le jour et la nuit et les chasses d'air des réservoirs lors de leur remplissage.

Les rejets diffus dans leur globalité sont estimés à environ 1,1 % de la limite annuelle en tritium (sur la base très conservatrice de trois arrêts par an et par réacteur).

Ces rejets font l'objet d'une estimation mensuelle par calcul visant notamment à s'assurer de leur caractère négligeable.

2.5.4. REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES LIQUIDES ET À L'ATMOSPHÈRE

2.5.4.1. ORIGINE ET NATURE DES SUBSTANCES REJETÉES PAR VOIE LIQUIDE

Le fonctionnement du site de Flamanville nécessite l'utilisation de substances chimiques et donne lieu à des rejets d'effluents chimiques par voie liquide dans l'environnement et, dans une moindre mesure, à des rejets par voie atmosphérique.

Chaque substance chimique ajoutée assure une fonction bien précise tant en phase d'exploitation (par exemple : conditionnement chimique pour le contrôle de la réaction nucléaire, conditionnement chimique pour la protection des circuits contre la corrosion, réactifs pour la production d'eau déminéralisée), que lors des opérations de maintenance (conditionnement chimique des générateurs de vapeur pour lutter contre la corrosion).

La nature, l'origine et la voie de rejet des différentes substances rejetées sont présentées ci-après.

La collecte et le traitement des effluents chimiques liquides sont présentés au [Paragraphe 2.3.4](#).

Les flux de rejet en substances chimiques enveloppes, retenus pour l'évaluation des incidences sont présentés dans le [Paragraphe 2.5.4.2](#).

Les circuits secondaires des trois réacteurs du site de Flamanville sont alimentés en eau SER conditionnée à l'éthanolamine et à l'ammoniaque.

À noter que les eaux de ruissellement, issues notamment des aires de dépotage et des parkings, sont collectées et traitées par des déshuileurs avant rejet dans la Manche ou dans le canal d'amenée. Ainsi, les rejets chimiques liquides non radioactifs sont également constitués des eaux pluviales et des eaux de ruissellement.

2.5.4.1.1. Sodium et chlorures

Les paramètres chlorures et sodium sont naturellement présents dans le milieu marin. La Manche a une salinité moyenne de 35 g/L, le chlorure et le sodium représentent 85 % des sels dissous (Loi de Dittmar). La Manche contient d'ores-et-déjà une grande quantité de chlorures et de sodium. De ce fait, l'étude d'impact environnemental et sanitaire n'est pas réalisée sur les flux caractérisés en chlorures et en sodium.

2.5.4.1.2. Anti-incrustants

Le rejet de produits anti-incrustants provient du traitement de l'installation de dessalement (SDS), qui a pour rôle de filtrer et de déminéraliser l'eau de mer.

L'injection de produits anti-incrustants est réalisée pour empêcher la précipitation des composés, en profondeur dans les membranes d'osmose.

Les composés des deux types de produits anti-incrustants utilisés sont les suivants :

- l'AQUAPROX TD2100 est principalement constitué de Solution de polyacrylate de sodium (rejet de Polymère (Polyacrylate de sodium) principalement) ;
- l'AQUAPROX MTN 5110 est constituée des composants ATMP (Amino Tris (Méthylène Phosphonate)) et Sodium.

Ces substances sont rejetées en mer via l'émissaire de rejet 2.

2.5.4.1.3. Acide borique

Les rejets **d'acide borique** sont issus du conditionnement du circuit primaire.

En solution dans l'eau du circuit primaire, l'acide borique (H_3BO_3) participe, avec les grappes de commande, au contrôle de la réaction nucléaire. Seul le bore 10, isotope présent à hauteur de 20 % environ dans le bore naturel pour les réacteurs 1 et 2, et bore enrichi pour le réacteur 3, permet d'absorber les neutrons en formant du tritium (radioactif) ou du lithium 7 (stable). La concentration en bore dans l'eau du circuit primaire varie au cours du cycle de fonctionnement du réacteur. La teneur en bore en début de cycle est déterminée en fonction de paramètres neutroniques et de la durée de cycle souhaitée. Sa concentration est ensuite progressivement abaissée, au cours du cycle, pour compenser l'épuisement du combustible. Pour cela, il est évacué du circuit primaire et se retrouve dans les effluents radioactifs. La concentration évolue, à titre d'exemple, de 1 500 mg/kg (ppm) en début de cycle à presque 0 mg/kg (ppm) en fin de cycle.

L'acide borique est principalement recyclé et en partie collecté par le réservoir T et rejeté par le bassin de rejet en mer n° 1 (ou n° 2 en cas d'indisponibilité du n° 1).

2.5.4.1.4. Lithine

Les rejets **de lithine** sont issus du conditionnement du circuit primaire.

La lithine est utilisée en faible quantité (quelques dizaines de kilos par an et par réacteur) pour assurer un pH de moindre corrosion des structures métalliques du circuit primaire. La lithine est enrichie en lithium 7 (> 99,9 %) pour éviter la formation de tritium par activation du lithium 6 présent dans le lithium naturel.

La lithine est collectée par les réservoirs T et S et rejetée par le bassin de rejet en mer n° 1 (ou n° 2 en cas d'indisponibilité du n° 1).

2.5.4.1.5. Hydrazine

Les rejets **d'hydrazine** proviennent de son utilisation (injectée sous forme d'hydrate d'hydrazine - $N_2H_4.H_2O$) dans les conditions suivantes :

- En fonctionnement, principalement dans le circuit secondaire afin de maintenir un milieu réducteur et ainsi permettre de limiter les phénomènes de corrosion. L'hydrate d'hydrazine se décompose à chaud en ammoniac, ce qui contribue au maintien du pH optimal de moindre corrosion, en complément, le cas échéant, des amines de conditionnement (ammoniac ou éthanolamine). Elle agit donc tant sur l'oxygène dissous que sur le pH de l'eau du circuit. L'hydrazine est collectée par les réservoirs Ex et occasionnellement vers les réservoirs T en cas de purges des générateurs de vapeur occasionnellement non-recyclées.
- Au redémarrage, dans le circuit primaire pour effectuer le « palier chimie⁶ » entre 60°C et 120°C (élimination de toute trace d'oxygène dissous dans l'eau du circuit primaire). L'excès d'hydrate d'hydrazine est décomposé thermiquement en ammoniac lors de la montée en température.
- En période d'arrêt de réacteur, pour le conditionnement humide des GV. Pour assurer la conservation de ces matériels (limiter leur corrosion) pendant toute la durée de l'arrêt (plusieurs semaines), l'eau de la partie secondaire des GV est conditionnée au moyen d'un mélange d'hydrazine et d'ammoniac ou d'hydrazine et éthanolamine. Dans le cadre de cette utilisation, l'hydrazine est collectée par les réservoirs T ou Ex.

En début d'arrêt de réacteur, lors de la vidange du circuit secondaire (comme par exemple le poste d'eau, les condenseurs, à l'exclusion des GV), pour conservation à sec sous air chaud, les effluents contenant de faibles concentrations d'hydrazine, correspondant aux concentrations du circuit secondaire, sont envoyés vers les réservoirs Ex.

Les effluents issus des réservoirs T et Ex peuvent être traités avant rejet par l'ouvrage de rejet en mer n° 1 (ou n° 2 en cas d'indisponibilité du n° 1), par bullage d'air et ajout de sulfate de cuivre afin d'accélérer la destruction de l'hydrazine et d'atteindre les concentrations les plus faibles possibles dans les réservoirs. Ces dispositions contribuent à la réduction significative et durable des rejets d'hydrazine dans l'environnement.

2.5.4.1.6. Détergents

Les rejets de détergents sont issus du lavage du linge utilisé par le personnel intervenant en zone contrôlée réalisé avec des lessives commerciales. Les fabricants de lessive sont tenus, par le cahier des charges, de fournir des lessives biodégradables, exemptes de phosphates et de produits chélatants* tels que l'EDTA (acide Éthylène-Diamine-TétraAcétique) et le NTA (acide NitriloTriAcétique). Les effluents issus du lavage du linge sont filtrés ce qui permet de retenir la radioactivité mais pas les détergents.

Les détergents sont collectés par les réservoirs T et rejetés par l'ouvrage de rejet en mer n° 1 (ou éventuellement collectés par les réservoirs S) ou rejetés par l'ouvrage de rejet n° 2 en cas d'indisponibilité du n° 1.

Les rejets de détergents sont également issus de station de production d'eau déminéralisée (unité de dessalement). Ils sont rejetés dans l'émissaire 2.

* La chélation est un processus physico-chimique au cours duquel est formé un complexe, le chélate, entre un ligand, dit chélateur (ou chélatant), et un cation (ou atome) métallique, alors complexé, dit chélaté.

⁶ Le « palier chimie » désigne, en phase de démarrage du réacteur, l'intervalle de montée en température du fluide primaire pendant lequel il est nécessaire d'atteindre des caractéristiques chimiques correctes.

2.5.4.1.7. Éthanolamine

Les rejets d'éthanolamine (C_2H_7NO) sont liés au conditionnement du circuit secondaire.

L'éthanolamine est une amine volatile, base faible, employée seule ou en combinaison pour maintenir un pH optimal vis-à-vis de la corrosion dans l'ensemble du circuit secondaire. Son action sur le pH est complétée par l'ammoniaque provenant de la décomposition thermique de l'hydrazine.

L'éthanolamine est également utilisée pour le conditionnement humide des générateurs de vapeur.

Les effluents contenant de l'éthanolamine sont issus des purges de déconcentration en vue de respecter les spécifications chimiques du circuit secondaire, des pertes d'eau (échantillonnages) et des vidanges des générateurs de vapeur et du circuit secondaire lors des opérations de maintenance ou lors des phases d'arrêt/redémarrage du réacteur. Ils sont orientés vers les réservoirs d'entreposage et de contrôle avant rejet.

Les rejets d'éthanolamine se font selon les deux voies principales suivantes :

- **Les réservoirs T (voie principale) :**
 - En période d'arrêt du réacteur, l'éthanolamine présente dans les réservoirs T provient de la vidange de l'eau de conditionnement humide des générateurs de vapeur.
 - En fonctionnement, l'éthanolamine présente dans les réservoirs T provient des purges APG non recyclables (Cf. [Paragraphe 2.3.4.2](#)).
- **les réservoirs Ex (voie principale) :**
 - Les eaux d'exhaure des salles des machines, les vidanges des capacités et systèmes des circuits secondaires ainsi que la vidange de l'eau de conditionnement humide des générateurs de vapeur le cas échéant, en période d'arrêt et en phase de redémarrage sont collectées et acheminées vers les réservoirs Ex.
 - Les rejets d'eau SER conditionnée à l'éthanolamine :
 - en fonctionnement, rejet d'eau SER utilisée pour le refroidissement des pompes XCA et rejet du « trop-plein » des bâches SER ;
 - lors de la vidange des réservoirs de stockage d'eau SER pour maintenance tous les 10 ans ;
 - lors de la conservation des condenseurs côté « eau brute » de refroidissement (tubes et boîtes à eau) : remplissage en eau SER pendant 48 h puis vidange de cette eau SER vers les réservoirs Ex.
 - Lors de la vidange pour maintenance des circuits de Production d'eau glacée secourue des bâtiments électriques (DEL) bis alimentés en eau SER ;
 - Lors de vidange pour maintenance des chaudières électriques de production de vapeur auxiliaire (XCA) et de la bache dégazante XCA.

Dans les circuits, l'éthanolamine subit une dégradation thermique, ce qui génère des sous-produits. Il s'agit de substances azotées (méthylamine, éthylamine), de substances carbonées (formiates, glycolates, oxalates, acétates) et d'azote minéral.

Les rejets d'éthanolamine sont principalement collectés par les réservoirs T et Ex et rejetés par l'ouvrage de rejet en mer n° 1 (ou n° 2 en cas d'indisponibilité du n° 1).

2.5.4.1.8. Rejets azotés

Les rejets azotés proviennent :

- de l'utilisation de l'hydrazine, de l'ammoniaque et de l'éthanolamine pour le conditionnement du circuit secondaire en période d'arrêt et en fonctionnement ;
- des effluents de la station d'épuration ;
- des effluents issus des essais périodiques des circuits incendie du réacteur 3 ;
- du rejet d'une partie des eaux issues des opérations de vidange ou d'essais des réseaux incendie, par l'émissaire 15. Ces rejets sont susceptibles de contenir de l'ammoniaque à une concentration d'environ 0,5 mg/kg. En considérant que toutes les substances chimiques rejetées dans le canal d'aménée via l'émissaire 15 sont entièrement ré-aspirées par les sources froides du site.

L'ammoniaque ($\text{NH}_3 \text{ aq}$) désigne la solution aqueuse basique de l'ammoniac (NH_3) qui est le produit de la dissolution de l'ammoniac gazeux dans l'eau. L'eau réagit avec l'ammoniac produisant des cations ammonium (NH_4^+) et des anions hydroxydes (OH^-).

L'ammoniaque est une base faible qui, à l'instar de l'éthanolamine, est utilisée pour le conditionnement du circuit secondaire en fonctionnement et pour la conservation humide des GV en période d'arrêt de réacteur.

Les voies de rejet associées aux rejets azotés sont les réservoirs T, S, Ex et l'ouvrage de rejet en mer n° 1 (ou n° 2 en cas d'indisponibilité du n° 1).

Dans l'eau du circuit secondaire, l'azote (hors hydrazine, éthanolamine, et le cas échéant, produits de décomposition azotés de l'éthanolamine) se présente exclusivement sous forme d'ion ammonium. Ce n'est qu'après collecte et transfert dans les réservoirs d'entreposage T, S et Ex, que l'ion ammonium s'oxyde en nitrites puis en nitrates au contact de l'oxygène de l'air. Il est à noter que la forme nitrites est une forme intermédiaire peu stable, et, à terme, les nitrites sont transformés en nitrates.

Ainsi, l'azote (N) est présent dans les réservoirs T, S et Ex sous les formes suivantes :

- ions ammonium (NH_4^+) ;
- nitrates (NO_3^-) ;
- nitrites (NO_2^-) ;
- et aussi sous la forme hydrazine (N_2H_4), éthanolamine ($\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}$) et le cas échéant, produits de décomposition azotés de l'éthanolamine.

Ces substances sont mesurées et comptabilisées de façons distinctes, les rejets azotés issus des réservoirs T, S et Ex sont étudiées à travers l'ion ammonium et les nitrates et nitrites, dernier maillon du cycle de l'azote.

Les rejets azotés réalisés par la voie secondaire SEO sont liés aux rejets d'eau SER, et sont constitués d'ammonium ou d'éthanolamine selon le conditionnement de l'eau SER utilisé.

Les rejets azotés de la station d'épuration réalisés par l'émissaire 2 sont comptabilisés à travers le paramètre « Azote global » qui agrège l'ensemble des substances azotées de ces effluents.

2.5.4.1.9. Métaux

Parmi les métaux rejetés, on peut retrouver :

- du fer, du manganèse, du nickel, du chrome, du zinc, du cuivre, de l'aluminium et du plomb, qui proviennent de l'usure des circuits et de certains équipements et de la présence d'impuretés dans les produits chimiques commerciaux, collectés par les réservoirs T, S et Ex, le rejet en mer se fait alors par l'ouvrage de rejet en mer n° 1 (ou n° 2 en cas d'indisponibilité du n° 1) ;
- du fer issu du prétraitement de la déminéralisation (chlorure ferrique -FeCl₃- utilisé comme coagulant), rejeté via l'émissaire 2 ;
- du cuivre issu de la mise en œuvre d'ajouts de sulfate de cuivre pour la destruction de l'hydrazine (réservoirs T et Ex).

Le cuivre issu des ajouts de sulfate de cuivre pour la destruction de l'hydrazine est rejeté par l'ouvrage de rejet en mer n° 1 (ou n° 2 en cas d'indisponibilité du n° 1).

La contribution de chaque métal aux rejets de métaux totaux est présentée dans le [Tableau 2.j](#) suivant. Elle est déterminée à partir du REX des rejets de métaux du site de Flamanville sur la période de janvier 2015 à décembre 2019 :

Tableau 2.j : Contribution aux rejets de métaux du site de Flamanville

Métal	Contribution en %
Aluminium	10,1
Chrome	0,9
Cuivre	7,8
Fer	63,4
Manganèse	4,1
Nickel	1
Plomb	0,7
Zinc	12
Total	100

2.5.4.1.10. Sulfates

Les rejets de sulfates sont issus de la régénération des résines échangeuses d'ions de la station de déminéralisation effectuée à l'acide sulfurique.

Les sulfates sont rejetés dans les fosses de neutralisation et l'émissaire 2.

Des rejets de sulfates sont également générés par l'utilisation du sulfate de cuivre pour la destruction de l'hydrazine. Ces rejets sont complètement négligeables devant les rejets issus de la régénération des résines échangeuses d'ions mentionnés ci-dessus. Ces rejets se font également par l'ouvrage de rejet en mer n° 1 (ou n° 2 en cas d'indisponibilité du n° 1) pour la destruction de l'hydrazine, ou par l'émissaire 2 pour les bassins SEA.

2.5.4.1.11. Rejets phosphorés

Les rejets phosphorés proviennent :

- des effluents des circuits de refroidissement intermédiaires (systèmes RRI/SRI) conditionnés pour être protégés de la corrosion par du phosphate trisodique (Na_3PO_4). L'eau de ces circuits peut être le siège d'une carbonatation du fait de la présence de gaz carbonique dans l'air des réservoirs tampon. Dans ce cas, des appoints ou rejets du circuit s'avèrent nécessaires, ce qui produit des effluents phosphatés (rejet sous la forme de phosphates) qui sont collectés par les réservoirs T, S et Ex et rejetés par l'ouvrage de rejet en mer n° 1 (ou n° 2 en cas d'indisponibilité du n° 1) ;
- des actions de maintenances préventives et fortuites nécessitant la vidange des circuits notamment lors des phases d'arrêt de réacteur en VP ou VD ;
- des effluents issus des opérations de maintenance des chaudières XCA conditionnées elles aussi avec du phosphate disodique et trisodique et orientés vers les réservoirs Ex et rejetés par l'ouvrage de rejet en mer n° 1 (ou n° 2 en cas d'indisponibilité du n° 1) ;
- des effluents de la station d'épuration orientés vers l'émissaire 2, les rejets sont ici sous la forme d'espèces phosphorées organiques et minérales.

2.5.4.1.12. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

Les rejets de DCO proviennent :

- des réservoirs T, S et Ex, rejetés par l'ouvrage de rejet en mer n° 1 (ou n° 2 en cas d'indisponibilité du n° 1) ;
- la station d'épuration (STEP), la voie de rejet est alors l'émissaire 2.

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) représente la quantité de dioxygène nécessaire à l'oxydation de la matière organique et des substances minérales oxydables présentes dans l'eau. C'est un paramètre global qui permet d'évaluer la charge polluante, en grande partie organique, d'un effluent.

2.5.4.1.13. Demande Biologique en Oxygène (DBO5)

La DBO_5 mesure la matière organique contenue dans l'eau épurée issue de la STEP et rejetée par l'émissaire 2.

La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques (biodégradables) par voie biologique (oxydation des matières organiques biodégradables par des bactéries). Elle permet d'évaluer la fraction biodégradable de la charge polluante carbonée des eaux. La DBO_5 est une DBO mesurée au bout de 5 jours.

2.5.4.1.14. Matières En Suspension (MES)

Les Matières En Suspension (MES) sont les matières solides insolubles présentes dans l'eau qui sont retenues par un filtre de seuil de coupure 0,45 µm.

Les rejets de MES proviennent :

- Des réservoirs T, S et Ex et rejetés par l'ouvrage de rejet en mer n° 1 (ou n° 2 en cas d'indisponibilité du n° 1).
- Du prétraitement de l'eau de la station de déminéralisation :
 - Les MES produites par la station de déminéralisation proviennent essentiellement des effluents de décantation issues du prétraitement de type coagulation au chlorure ferrique. L'adjonction de chlorure ferrique provoque la coagulation et la précipitation des colloïdes. L'ensemble des effluents de décantation est dirigé vers les fosses de neutralisation puis rejetés par l'émissaire 2.
 - Le lavage des filtres à sable de la station de déminéralisation est également à l'origine des rejets de MES. Ces filtres permettent d'éliminer les dernières particules solides contenues dans l'eau brute provenant des trois rivières le Petit Drouet, le Grand Drouet et la Dielette (et stockées dans les bassins SEA). Ils sont nettoyés régulièrement et les effluents, chargés en MES, rejetés dans les fosses de neutralisation puis rejetés par l'émissaire 2.
- Du prétraitement de l'eau de la station de dessalement (SDS) :
 - Les MES produites par la station de dessalement proviennent essentiellement des effluents de décantation issues du prétraitement de type coagulation au chlorure ferrique. L'adjonction de chlorure ferrique provoque la coagulation et la précipitation des colloïdes. L'ensemble des effluents de décantation est rejeté par l'émissaire 2.
 - Le lavage des filtres à sable de la station de dessalement est également à l'origine des rejets de MES. Ces filtres permettent d'éliminer les dernières particules solides contenues dans l'eau brute provenant de l'eau de mer pour SDS. Ils sont nettoyés régulièrement et les effluents, chargés en MES, rejetés par l'émissaire 2.
- De la station d'épuration, la voie de rejet est alors l'émissaire 2.

2.5.4.1.15. Oxydant résiduels et Bromoformes

Les rejets d'oxydants et de bromoformes sont issus du traitement par électrochloration (Cf. [Paragraphe 2.3.3.1](#)).

En effet, pour lutter contre le développement des organismes colonisateurs (par exemple les moules) dans le circuit de refroidissement des condenseurs, l'eau aspirée est traitée avec du chlore actif généré directement *in situ* par électrolyse du chlorure de sodium contenu dans l'eau de mer.

Ce traitement implique des rejets en mer d'oxydants résiduels (somme des formes libres et combinées d'halogènes oxydants) et de trihalométhanes (représentés par le bromoforme en majorité).

Ces substances sont rejetées par les ouvrages de rejet en mer n° 1 à 3.

2.5.4.1.16. pH

Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de « pH » permet de mesurer l'acidité ou l'alcalinité dans l'eau. Le pH de l'eau de mer dépend étroitement de la teneur en acide carbonique de l'eau et de la minéralisation globale. Le pH de l'eau rejetée par les galeries de rejet en mer (ouvrages de rejet en mer n° 1 à 3) est suivi en permanence.

Le pH est également suivi au niveau du rejet de la fosse de neutralisation de la station de déminéralisation.

2.5.4.2. FLUX MAXIMUM REJETÉS CONSIDÉRÉS POUR L'ANALYSE DES INCIDENCES

Ce paragraphe présente les valeurs des quantités de substances chimiques prises en compte dans les évaluations d'incidence.

Le [Tableau 2.k](#) ci-dessous fait la synthèse des différentes substances chimiques, et de leur origine, rejetées dans la Manche. Il donne les valeurs retenues en flux annuel et 24 heures à prendre en compte dans les évaluations d'incidence. Ces valeurs sont établies sur la base des valeurs limites fixées par décision de l'Autorité de sûreté nucléaire.

Tableau 2.k : Caractéristiques des rejets d'effluents chimiques en mer du site de Flamanville

Paramètre	Origine	Flux 24 heures maximal (kg)		Flux annuel maximal (kg)	
		Par origine	Total	Par origine	Total
Acide borique	Bâches T et S	5 600		23 600	
Lithine	Bâches T et S	9		12,4	
Éthanolamine	Bâches T, S et Ex	25		1 150	
Hydrazine	Bâches T, S et Ex	4		54	
Anti-incrustant (AQUAPROX MTN 5110 ou TD2100) <i>voir le détail de la composition à la suite du présent tableau*</i>	Unité de dessalement	22		4 531	
Détergent	Bâches T et S	270	395	3 600	4 475
	Unité de dessalement	125		875	
Phosphates	Bâches T, S et Ex	200	222	2 000	9 830
	Station d'épuration	21,5		7 830	
Sodium	Bâches T, S et Ex	440	2 686	2 291	63 022
	Unité de dessalement	946		36 242	
	Station de déminéralisation	1 300		24 489	
Chlorures	Unité de dessalement	54	327	11 051	26 481
	Station de déminéralisation	153		15 310	
	Électrochloration / Chloration choc	120		120	
MES	Bâches T, S et Ex	160	372	4 200	32 162
	Unité de dessalement	53		10 937	
	Station de déminéralisation	154		15 382	
	Station d'épuration	4,5		1 643	

Paramètre	Origine	Flux 24 heures maximal (kg)		Flux annuel maximal (kg)	
		Par origine	Total	Par origine	Total
DCO	Bâches T, S et Ex	170	188	7 575	14 200
	Station d'épuration	18		6 570	
Azote (ammonium + nitrates + nitrites)	Bâches T, S et Ex (conditionnement éthanolamine)	80		14 700	
	Bâches T, S et Ex (conditionnement ammoniacque)	175		25 000	
	Station d'épuration	40,0		14 600	
Ammonium	Bâches T, S et Ex (conditionnement éthanolamine)	103		18 900	
	Bâches T, S et Ex (conditionnement ammoniacque)	225		32 143	
	Station d'épuration	51,4		18 771	
Nitrates	Bâches T, S et Ex (conditionnement éthanolamine)	354		65 100	
	Bâches T, S et Ex (conditionnement ammoniacque)	775		110 714	
	Station d'épuration	177		64 605	
DBO5	Station d'épuration	5,25		1 916	
Métaux totaux	Bâches T, S et Ex	18		360	
Aluminium	Bâches T, S et Ex	1,82		36	
Chrome	Bâches T, S et Ex	0,160		3,0	
Cuivre	Bâches T, S et Ex	1,40		28	
Fer	Bâches T, S et Ex	11,4	111	228	14 003
	Unité de dessalement	100		5 724	
	Station de déminéralisation	100		8 051	
Manganèse	Bâches T, S et Ex	0,74		15	
Nickel	Bâches T, S et Ex	0,180		4,0	
Plomb	Bâches T, S et Ex	0,130		3,0	
Zinc	Bâches T, S et Ex	2,16		43	
Sulfates	Unité de dessalement	2 100	2 100	70 764	122 702
	Station de déminéralisation	2 100		51 938	

Paramètre	Origine	Flux 24 heures maximal (kg)		Flux annuel maximal (kg)	
		Par origine	Total	Par origine	Total
Bromoforme	Électrochloration / Chloration choc	116 (1) / 170 (2)		34 686 (non réglementé)	
Oxydants résiduels	Électrochloration / Chloration choc	3 380 (1) / 4 800 (2)		1 285 000 (non réglementé)	
Acétates	Produits de dégradation de l'éthanolamine	0,15		4,55	
Formiates		0,120		5,69	
Glycolates		0,009		0,57	
Oxalates		0,006		0,38	
Méthylamine		1,02		22,40	
Éthylamine		1,47		32,60	

* Compléments relatifs à la composition des produits anti-incrustants utilisés.

(1) En cas de traitement par « chloration choc » sur les réacteurs 1, 2 ou 3, le flux sur 24 heures d'oxydants résiduels et la concentration moyenne journalière ajoutée dans le bassin sont portés respectivement à 4 800 kg et 1 mg/L.

(2) En cas de traitement par « chloration choc » sur les réacteurs 1, 2 ou 3, le flux sur 24 heures de bromoforme et la concentration moyenne journalière ajoutée dans le bassin sont portés respectivement à 170 kg et 0,4 mg/L.

AQUAPROX TD2100	Teneur considérée	Composant	Teneur	Flux 24 heures (kg)	Flux annuel (kg)
Acide alkylphosphonique	10 %	HEDP	97,50 %	2,145	441,8
		Acide acétique	1,50 %	0,033	6,8
		Phosphites	1 %	0,022	4,5
Solution de polyacrylate de sodium	90 %	Polymère (Polyacrylate de sodium)	98 %	19,4	3 996,3
		Monomère résiduel (acide acrylique)	2 %	0,4	81,6

AQUAPROX MTN 5110	Teneur considérée	Flux 24 heures (kg)	Flux annuel (kg)
ATMP	100 %	22	4 531
Sodium	100 %	22	4 531

2.5.4.3. REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES À L'ATMOSPHÈRE

2.5.4.3.1. Origine et nature des substances chimiques rejetées à l'atmosphère

2.5.4.3.1.1. Origine des rejets chimiques à l'atmosphère

Les rejets d'effluents chimiques à l'atmosphère du site de Flamanville sont principalement constitués des gaz d'échappement (oxydes de soufre et d'azote) des groupes électrogènes de secours pendant les essais périodiques, des émanations de formol et de monoxyde de carbone des calorifuges neufs et des rejets d'ammoniac lors des phases de redémarrages de réacteur.

La nature, l'origine et la voie de rejet des différentes substances rejetées à l'atmosphère sont présentées ci-après.

Les émissaires de rejets sont présentés au [Paragraphe 2.3.6](#). Les caractéristiques retenues pour les rejets chimiques à l'atmosphère du site de Flamanville, afin d'en évaluer les incidences sont présentées dans le [Paragraphe 2.5.4.3.2](#).

2.5.4.3.1.2. Oxydes de soufre (SOx) et d'azote (NOx)

Les émissions d'oxydes de soufre (SOx) et d'azote (NOx) proviennent :

- des gaz d'échappement des essais périodiques des groupes électrogènes de secours à moteur diesel (LHP, LHQ pour les réacteurs 1 et 2, EDG (LHP, LHQ LHR, LHS) et SBO (LJP et LJS) pour le réacteur 3 ;
- des gaz d'échappement des essais périodiques de la Turbine A Combustion TAC (LHT) ;
- des gaz d'échappement des essais périodiques du Diesel d'Ultime Secours (DUS) ;
- des gaz d'échappement des essais périodiques du CCL.

Ces moteurs consomment un carburant dont la teneur en soufre est au maximum celle du fioul TBTS (Très Basse Teneur en Soufre). Elle garantit un niveau d'émission d'oxydes de soufre faible pour l'ensemble des installations de combustion fonctionnant sur le site de Flamanville.

Les émissions d'oxydes de soufre (SOx) et d'azote (NOx) proviennent également des gaz d'échappement des engins et des camions pour les évacuations des déchets et le transport de marchandises ou de matériel (livraisons et expéditions). Du fait de leur circulation limitée sur le site et grâce à la vérification de leur entretien, les quantités de gaz rejetées annuellement sont faibles.

2.5.4.3.1.3. Formol et Monoxyde de carbone

Les émanations de formol et de monoxyde de carbone proviennent des calorifuges neufs installés au cours d'opérations de maintenance dans l'enceinte du BR.

Lors de la première montée en température de ces calorifuges, la matière qui les compose (laine de verre) émet, par dégradation thermique, des vapeurs formolées qui peuvent être à l'origine de monoxyde de carbone.

Pour les réacteurs 1 et 2, les rejets sont évacués via la cheminée du BAN par la mise en fonctionnement des systèmes de ventilation par ETY (circuit de mini-balayage en marche) ou par EBA (circuit de ventilation de balayage de l'enceinte à l'arrêt), selon l'état du réacteur. La voie de rejet est la cheminée du BAN.

Pour le réacteur 3, les rejets sont évacués via la cheminée du bâtiment (HN) des auxiliaires nucléaires du réacteur 3 par la mise en fonctionnement des systèmes de ventilation par EBA (circuit de ventilation de balayage de l'enceinte), selon l'état du réacteur. La voie de rejet est la cheminée du bâtiment (HN) des auxiliaires nucléaires du réacteur 3.

2.5.4.3.1.4. Ammoniac

Les rejets d'ammoniac proviennent :

- lors du redémarrage du réacteur avec montée en température, de la destruction thermique de l'hydrazine contenue dans l'eau ASG et dans la solution de conservation des générateurs de vapeur. La voie de rejet pour les réacteurs 1 et 2 est alors le système de contournement turbine par décharge à l'atmosphère (GCTa) ;
- en fonctionnement du circuit d'extraction des incondensables du circuit secondaire (système CVI) lors du maintien sous vide du condenseur. La voie de rejet est la cheminée du BAN. La quantité d'ammoniac rejetée dans ce cas est négligeable par rapport aux rejets d'ammoniac par GCTa lors d'un redémarrage de réacteur.

2.5.4.3.1.5. Éthanolamine

Les émissions d'éthanolamine proviennent de l'eau ASG lors des redémarrages de réacteur. La montée en température génère ces émissions qui ont lieu dans les premières heures de l'opération. La voie de rejet pour les réacteurs 1 et 2 est alors le système de contournement turbine par décharge à l'atmosphère (GCTa).

2.5.4.3.1.6. Hydrazine

La préparation des solutions d'hydrazine dans les locaux SIR⁷ est réalisée par dépotage d'un fût contenant, une solution commerciale concentrée d'hydrate hydrazine dans un réservoir d'entreposage, puis dilution à l'aide d'un réservoir doseur qui mesure la quantité de solution commerciale à injecter dans un bac de préparation, afin d'ajuster le bon taux de dilution pour respecter les spécifications chimiques du circuit secondaire.

Les rejets gazeux d'hydrazine dans la ventilation des locaux lors des dépotages des fûts sont négligeables du fait de l'utilisation de dispositifs de dépotage étanches.

Les rejets gazeux d'hydrazine à l'atmosphère liés à la respiration des réservoirs d'entreposage munis d'évents lignés vers l'extérieur des bâtiments sont négligeables compte-tenu des volumes dépotés.

Les rejets gazeux d'hydrazine à l'atmosphère issus de la respiration des réservoirs doseurs et des réservoirs de préparation sont négligeables compte-tenu du temps d'utilisation qui est très court et de la concentration en hydrate d'hydrazine inférieure à 5 %.

Les rejets d'hydrazine à l'atmosphère ne sont ainsi pas considérés pour l'évaluation des incidences.

2.5.4.3.1.7. Acide sulfurique et acide chlorhydrique

Les rejets d'acide sulfurique issus des événements des réservoirs de la station de déminéralisation, munis d'évents afin d'équilibrer les pressions entre l'intérieur et l'extérieur, sont négligeables du fait de la très faible volatilité de l'acide sulfurique. Ils ne sont pas considérés pour l'évaluation des incidences.

Sur le réservoir d'acide chlorhydrique (CTE) du réacteur 3, un dispositif de lavage des vapeurs d'acide issues de l'événement des réservoirs, est présent pour solubiliser les vapeurs d'acide. Les réacteurs 1 et 2 n'ont pas à utiliser d'acide chlorhydrique pour le nettoyage des cellules car celui-ci est prévu de conception avec de l'air comprimé.

Les rejets en acide chlorhydrique ne sont ainsi pas considérés pour l'évaluation des incidences.

⁷ Le local SIR est le local où les produits de conditionnement du circuit secondaire sont préparés puis injectés dans les différents circuits à conditionner.

2.5.4.3.1.8. Poussières des ateliers mécaniques

Les émissions de poussières issues des ateliers mécaniques, dédiés à des productions à l'unité d'outillages spécialisés ou de pièces de rechanges (pas de productions de masse) sont négligeables et ne sont pas considérées pour l'évaluation des incidences.

Ces ateliers équipés d'outils de type tours, fraiseuses, plieuses produisent plutôt des copeaux dans les liquides de coupe, avec une évacuation en déchets.

2.5.4.3.2. Caractéristiques des rejets chimiques à l'atmosphère retenus pour l'analyse des incidences

Le tableau ci-après présente les caractéristiques des effluents chimiques rejetés à l'atmosphère pris en compte dans l'évaluation des incidences.

Tableau 2.1 : Caractéristiques des rejets d'effluents chimiques à l'atmosphère du site de Flamanville retenues pour l'évaluation des incidences

Émissaire de rejet		Substance	Flux instantané de rejet	Durée de rejet	Commentaires	
Installations de combustion Réacteurs 1 et 2	LHP et LHQ	NOx	56,4 g/s	50 h/an/moteur	Peu probable que les LHP, LHQ fonctionnent en même temps sur FLA 1-2	
		SOx	0,86 g/s			
	TAC	NOx	66,3 g/s			
		SOx	2,08 g/s			
	DUS	NOx	70,0 g/s			
		SOx	0,0014 g/s			
Installations de combustion Réacteur 3	LHP ; LHQ ; LHR et LHS	NOx	95,9 g/s		50 h/an/moteur	2 groupes LHx en fonctionnement simultané sur FLA 3 dans le cadre des essais
		SOx	0,016 g/s			
	LJP et LJS	NOx	14,6 g/s			
		SOx	0,006 g/s			
Installations de combustion de site	CCL	NOx	16,5 g/s		/	
		SOx	0,001g/s			
Total si rejets simultanés	Installations considérées en commentaires	NOx	319,6 g/s	/	1xLHx ^{FLA1-2} + 1xDUS+ 1xTAC + 2xLHx ^{FLA3} + 1xLJx +CCL	
		SOx	2,95 g/s			
Calorifuges BR (FLA 1-2)		Formol	0,286 g/s	Environ 3 h/réacteur /arrêt (via EBA)	1 arrêt/réacteur/an	
		Monoxyde de carbone	0,267 g/s			
Calorifuges BR (FLA 3)		Formol	0,074 g/s	Environ 8 h/ réacteur /arrêt (via EBA gros débit)		
		Monoxyde de carbone	0,069 g/s			
Maintien du vide au condenseur (CVI)		Ammoniac	Rejets négligeables	Rejet en continu (par réacteur)	/	

Émissaire de rejet	Substance	Flux instantané de rejet	Durée de rejet	Commentaires
GCTa (FLA 1-2)	Éthanolamine	0,052 g/s	78 h/réacteur /arrêt	3 arrêts/réacteur/an
	Ammoniac	0,52 g/s		
Réservoirs d'acide sulfurique et chlorhydrique	Acide chlorhydrique	Rejets négligeables		
	Acide sulfurique			
Réservoirs d'hydrate d'hydrazine	Hydrazine	Rejets négligeables		

2.5.5. RESTITUTION DES SÉDIMENTS LIÉS AUX OPÉRATIONS D'ENTRETIEN DES OUVRAGES DE PRÉLÈVEMENTS D'EAU EN MER

Le site de Flamanville connaît, depuis sa mise en service, un ensablement de son canal d'amenée qui nécessite le dragage des sédiments afin d'assurer en permanence la disponibilité de la source froide.

Des levés bathymétriques sont effectués deux fois par an afin de surveiller l'évolution des fonds et de programmer les opérations de dragage.

Les opérations de dragage et de rejet des sédiments prélevés sont soumises à la rubrique 4.1.3.0 de la nomenclature mentionnée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement.

Deux solutions sont utilisées pour le curage de son canal d'amenée :

- Utilisation d'une drague aspiratrice et rejet en mer des sédiments via les canalisations sous-marines (circuit CRF).
- Dragage hydraulique ou mécanique et évacuation en mer des sédiments par transport maritime vers un site d'immersion (clapage).

Le rejet des sédiments via les canalisations sous-marines est utilisé dans le cas d'un dragage de sédiments de faible granulométrie, exempts de cailloux, réalisé pour éliminer des zones localisées d'accumulation de sable. Ces opérations de nettoyage en sub-surface sont réalisées par une drague aspiratrice ; les sédiments sablo-vaseux retirés sont rejetés via les bassins de rejet.

Les rejets de sédiments via les canalisations sous-marines peuvent être réalisés toute l'année car ils ne sont pas directement dépendants des conditions climatiques. Il convient cependant de réaliser ces opérations aux environs des basses mers (afin de bénéficier de courants portants au sud et donc d'éviter le transport des sédiments rejetés vers le port de Diélette) et pour des coefficients de marée inférieurs à 95 (afin d'éviter les niveaux trop bas dans le canal d'amenée).

Les opérations de clapage en mer sont réalisées par des chalands remorqués ou autopropulsés qui déversent leur contenu en un point prédéterminé. Ces opérations seront mises en œuvre pour des travaux de plus grande ampleur, notamment pour un nettoyage complet du canal d'amenée et un retour aux cotes initiales⁸. Elles posent un problème de faisabilité en période hivernale ; en effet, les conditions climatiques pendant cette période, et notamment la houle, ne permettent pas aux chalands de se déplacer jusqu'aux sites d'immersion.

⁸ Cotes de creusement du canal au démarrage des réacteurs.

Sites d'immersion des sédiments

Une étude de faisabilité pour l'immersion en mer des déblais de dragage du canal d'aménée de Flamanville a été réalisée en mars 2006. Les critères ayant présidé au choix des sites potentiels d'immersion sont notamment la fraction majoritaire des couvertures sédimentaires en place, la proximité de zones sensibles d'un point de vue écologique et économique, et la distance au point d'extraction.

Suite à l'analyse de ces critères, quatre sites d'immersion ont été retenus (C1 à C4).

Les quatre sites d'immersion retenus (C1 à C4) ont ensuite été comparés au regard des critères suivants :

- La distance au site d'extraction : la distance conditionne la durée des transits, un site proche pouvant permettre plus de rotations par jour.
- Le coût du transport et/ou du chantier : le coût est proportionnel à la distance parcourue et à la durée du chantier, cette dernière pouvant être réduite par des sites d'immersion plus proches.
- Les incidences environnementales : elles sont inversement proportionnelles à la distance du site de la côte, les zones proches de la côte étant généralement des zones de nourriceries ou de frayères, ou des sites remarquables et sensibles.
- Les contraintes d'usages : elles sont liées soit à la pêche, soit à l'exploitation du site de Flamanville.
- Les contraintes administratives.

Les sites C3 et C4 sont finalement les deux sites d'immersion retenus pour le clapage des sédiments de dragage du canal d'aménée du site de Flamanville. Ces sites correspondent en effet au meilleur compromis entre les différents critères d'évaluation étudiés :

- opérations de dragage par drague aspiratrice ou pelle à une fréquence fonction des résultats des deux bathymétries annuelles de surveillance, pour un volume annuel supérieur à 5 000 m³ mais inférieur à 500 000 m³,
- rejet des sédiments de dragage par les conduites sous-marines via les bassins de rejet des réacteurs 1, 2 ou EPR,
- clapage en mer des sédiments de dragage au niveau des sites d'immersion C3 ou C4.

2.5.6. PRODUCTION DE DÉCHETS

L'exploitation du site de Flamanville génère des déchets radioactifs et conventionnels qui sont produits au cours des activités de production d'électricité, de maintenance des installations (courante et exceptionnelle) ainsi qu'au cours d'autres activités du site (tertiaire).

L'origine des déchets, leur typologie et leur classification ainsi que les quantités sont décrits au [Chapitre 10](#) qui aborde de façon autoportante l'ensemble de la problématique de production et de gestion de ces derniers.

La mise en service et l'exploitation du réacteur 3 génèrera environ 61 900 tonnes de déchets par an, dont environ 2 % de déchets conventionnels et 98 % de déchets radioactifs.

Les exutoires retenus pour ces différents déchets sont présentés ci-après et synthétisés sur le schéma ci-dessous.

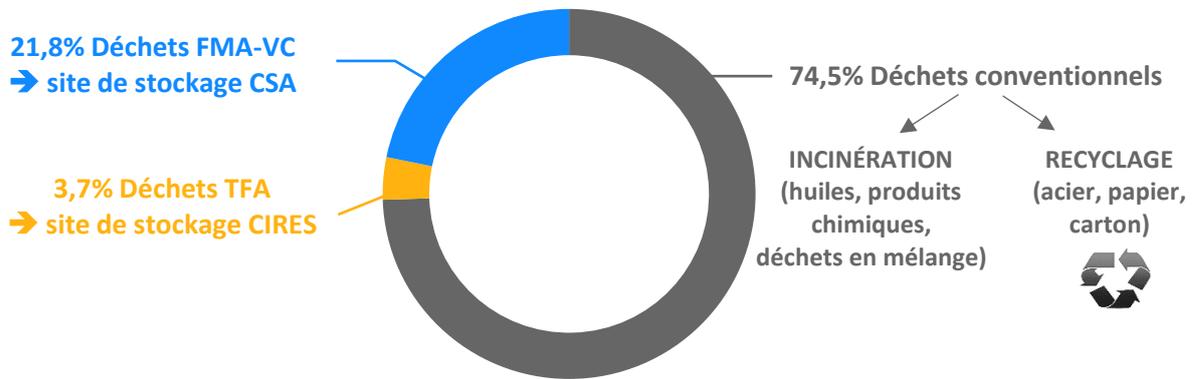


Figure 2.y : Proportions des masses de déchets issus de l'exploitation du réacteur 3 et exutoires correspondants

2.5.7. ÉMISSIONS SONORES ET VIBRATOIRES

- **Émissions sonores**

Le bruit des Installations Nucléaires de Base (INB) est réglementé. Toute INB doit être conforme aux dispositions fixées par l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB qui vise l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), sauf disposition contraire fixée par décision de l'ASN.

Le site de Flamanville fait l'objet de campagnes de mesures acoustiques tous les 10 ans, afin de contrôler que le fonctionnement du site n'engendre pas de bruit pouvant nuire au voisinage. La dernière campagne réalisée en 2017 (concernant les réacteurs 1 et 2 en fonctionnement) montre que les niveaux sonores mesurés sont conformes aux objectifs fixés par la réglementation.

Les sources principales du réacteur 3 sont les extracteurs installés en toiture de la salle des machines et la cheminée du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN).

Concernant, la quantification de l'impact acoustique du réacteur 3, on peut préciser que l'ajout du réacteur 3 contribue à une augmentation du niveau sonore d'environ 3 dBA.

- **Émissions vibratoires**

Le réacteur 3 du site de Flamanville est susceptible de générer des vibrations liées à ses activités industrielles (machines tournantes, engins de chantier, transports...). Celles-ci sont ressenties à l'intérieur des installations et ne le sont pas à l'extérieur sur le site du fait de la conception des bâtiments et de la constitution des sols. Pour les populations environnantes, il n'y a donc aucun risque de gêne lié aux installations existantes.

Concernant les éventuels chantiers de génie civil et de VRD, sources de vibrations, lors de l'exploitation du réacteur 3, ceux-ci sont confinés à l'enceinte du site, ont une durée limitée dans le temps et se déroulent en journée les jours ouvrables ce qui limite la gêne potentielle.

Les activités du réacteur 3 du site de Flamanville n'engendrent donc pas de vibrations susceptibles d'impacter le voisinage.

Elles ne remettent pas en cause les émissions générées par le site au global.

2.5.8. USAGE DES TERRES

Le site de Flamanville s'étend sur une superficie de 120 hectares qui constitue une zone sur laquelle est implantée une activité industrielle.

La surface de l'INB correspondant au réacteur 3 est d'environ 94 600 m².

2.5.9. AUTRES INTERACTIONS

Parmi les autres interactions ou nuisances, on peut estimer :

- **Les odeurs**

Le site de Flamanville en fonctionnement normal ne génère pas d'odeur.

Cela étant, les rejets chimiques à l'atmosphère du site de Flamanville comportent des substances comme l'ammoniac, le formol, les oxydes de soufre, qui pourraient potentiellement provoquer des odeurs sans que celles-ci soient perceptibles à l'extérieur du site

De même, la station d'épuration du site pourrait également être susceptible d'être à l'origine d'émissions d'odeurs liées notamment aux composés soufrés réduits et aux composés azotés présents au cours du processus d'épuration des eaux usées, sans que celles-ci soient perceptibles à l'extérieur du site.

- **Les émissions lumineuses**

Les émissions actuelles du site sont essentiellement liées à l'éclairage de sécurité du site (protection contre les intrusions, avertissement des engins aériens...).

- **Le trafic routier**

Le trafic sur la portion de la route départementale RD23, passant à 3 kilomètres à l'est du site, est estimé à 6 351 véhicules par jour, dont 3,2 % de poids lourds.

Sur la route départementale RD650, passant à environ 8 kilomètres à l'est du site, le trafic est estimé à 10 808 véhicules en moyenne chaque jour, dont 2,8 % de poids lourds.

Le fonctionnement du site de Flamanville génère un trafic de l'ordre d'un millier de véhicules légers par jour et une vingtaine de poids lourds par jour.

Ainsi, le trafic total généré par le fonctionnement du site de Flamanville représente respectivement 18 % et 10 % du trafic total sur les routes départementales RD23 et RD650.

Le trafic généré par le site de Flamanville peut être considéré comme modéré au regard du trafic sur les infrastructures routières passant à proximité.

- **La consommation d'énergie**

La consommation en énergie électrique liée au réacteur 3 du site de Flamanville sera quasiment nulle hors perte du transformateur de soutirage (et représente moins de 0,1 % de la production électrique du site de Flamanville).

Une description de la consommation d'énergie est donnée au [Chapitre 9](#).

2.5.10. SYNTHÈSE DES INTERACTIONS AVEC L'ENVIRONNEMENT

Le [Tableau 2.m](#) ci-dessous récapitule les interactions du site de Flamanville décrites ci-avant, avec les compartiments de l'environnement : ces interactions seront indiquées par une croix de taille plus grande que les interactions faibles. Cela permettra par la suite de proportionner le contenu des différents volets de la présente mise à jour de l'étude d'impact.

En l'absence d'interaction, la thématique n'est pas traitée dans la suite de l'étude d'impact.

Tableau 2.m : Interactions des installations du site de Flamanville avec les compartiments de l'environnement

		Air et facteurs climatiques	Eaux de surface	Sols et Eaux souterraines	Radioécologie	Biodiversité	Population et santé humaine	Usage des terres	Paysage et patrimoine	Activités humaines et biens matériels	Gestion des déchets
Interactions avec l'environnement	Prélèvements et consommation d'eau		*			*				*	
	Rejets thermiques (liquides)		*			*					
	Rejets radioactifs liquides				*	*	*			*	
	Rejets chimiques liquides		*			*	*			*	
	Rejets radioactifs à l'atmosphère				*	*	*				
	Rejets chimiques à l'atmosphère	*				*	*				
	Production de déchets										*
	Restitution de sédiments		*			*					
	Émissions lumineuses					x	x		x		
	Odeurs										
	Émissions sonores et vibratoires					x	x				
	Emprise terrestre (usage des terres)			x					x		
	Trafic routier										x
	Consommation d'énergie										x

Légende :

*	Interaction principale
x	Interaction secondaire

Nota : les incidences du site de Flamanville sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement, ainsi que sur les éléments mentionnés à l'article L. 211-1 susceptibles d'être impactés par son fonctionnement sont traitées au [Chapitre 4](#) pour les eaux de surface, au [Chapitre 5](#) pour les eaux souterraines et au [Chapitre 9](#) pour les activités humaines.

2.6.

RAISONS DU CHOIX DU PROJET

Les raisons pour lesquelles, notamment du point de vue de l'environnement, le projet a été retenu parmi les autres options envisagées est ici sans objet car il s'agit de la mise à jour d'une étude d'impact d'une INB déjà autorisée en vue de sa mise en service.

Les raisons du choix d'implanter un réacteur de type EPR sur le site de Flamanville, notamment du point de vue de l'environnement, ont déjà été décrites et appréciées dans le cadre du dossier et de la procédure d'autorisation de création.

La mise en service du réacteur 3 (de type EPR) s'inscrit dans les objectifs de la PPE (Politique Pluriannuelle Énergétique) qui fixe les orientations de la politique énergétique.

La programmation pluriannuelle de l'énergie prévoit la fermeture des réacteurs de 900 MWe d'ici 2035 avec le maintien de la stratégie de traitement/recyclage du combustible. La mise en service du réacteur 3 du site de Flamanville répond à une mesure de la PPE qui traite en particulier de la place de la production d'origine nucléaire, et contribue à préparer l'avenir de la filière nucléaire. La formalisation d'un REX consolidé de la MES de Flamanville 3 s'inscrit dans un programme de travail global conduit par le gouvernement afin de permettre une prise de décision sur le lancement éventuel d'un programme de construction de nouveaux réacteurs.

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 3 -

Air et facteurs climatiques

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 3.....	5
3.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE.....	6
3.1.1. MÉTÉOROLOGIE ET FACTEURS CLIMATIQUES.....	6
3.1.2. QUALITÉ DE L'AIR	14
3.1.3. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LA QUALITÉ DE L'AIR ET LES FACTEURS CLIMATIQUES	17
3.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR L'AIR ET LE CLIMAT ...	18
3.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LE CLIMAT	18
3.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA QUALITÉ DE L'AIR	18
3.3. SURVEILLANCE	21
3.3.1. SURVEILLANCE DES REJETS CHIMIQUES À L'ATMOSPHÈRE.....	21
3.3.2. SURVEILLANCE MÉTÉOROLOGIQUE	22
3.4. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES	22
3.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES	24
3.6. CONCLUSION	24

TABLEAUX

Tableau 3.a :	Normes de qualité de l'air d'après l'article R. 221-1 du code de l'environnement	19
Tableau 3.b :	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts pour les rejets non radioactifs à l'atmosphère	23

FIGURES

Figure 3.a :	Températures moyennes mensuelles et annuelles (en °C) à Flamanville et à La Hague, période [2009-2018]	8
Figure 3.b :	Températures moyennes et extrêmes mensuelles (en °C) à Flamanville et à La Hague, période [2009-2018]	9
Figure 3.c :	Précipitations mensuelles cumulées (en mm) à Flamanville et à La Hague, période [2009-2018]	10
Figure 3.d :	Rose des vents à 20 mètres à Flamanville, période [2009-2018].....	11
Figure 3.e :	Roses des vents à 10 mètres à Flamanville et à La Hague, période [2009-2018] ...	12
Figure 3.f :	Rose des vents à 80 mètres à Flamanville, période [2009-2018].....	13
Figure 3.g :	Localisation des stations de surveillance de la qualité de l'air Atmo Normandie pour le secteur de Flamanville	15
Figure 3.h :	Répartition des indices ATMO en nombre de jours pour les grandes agglomérations normandes (année 2019)	16

P RÉSENTATION DU CHAPITRE 3

L'objet de ce chapitre est d'analyser les effets des interactions du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2), au regard des sensibilités mises en évidence vis-à-vis de la thématique « Air et facteurs climatiques ».

Le chapitre est organisé comme suit :

- [§ 3.1](#) : le scénario de référence de la qualité de l'air et des facteurs climatiques au niveau du site de Flamanville ;
- [§ 3.2](#) : l'analyse des incidences sur la qualité de l'air et le climat ;
- [§ 3.3](#) : la surveillance des rejets d'effluents chimiques à l'atmosphère et la surveillance du climat et des conditions météorologiques du site de Flamanville ;
- [§ 3.4](#) : les mesures d'évitement, de réduction de l'impact et de compensation pour éviter et compenser les effets négatifs des rejets d'effluents chimiques à l'atmosphère associés au fonctionnement du site ;
- [§ 3.5](#) : une description des méthodes utilisées ;
- [§ 3.6](#) : une conclusion.

3.1.

SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

3.1.1. MÉTÉOROLOGIE ET FACTEURS CLIMATIQUES

3.1.1.1. INTRODUCTION

Ce paragraphe vise à présenter la météorologie au niveau du site de Flamanville, à une échelle locale puis régionale, sur une période de dix ans allant de 2009 à 2018¹.

Les données présentées concernent les paramètres principaux suivants :

- la température ;
- les précipitations ;
- le vent.

Pour chacun de ces paramètres, les données proviennent :

- de la station météorologique du site de Flamanville ;
- de la station Météo-France de La Hague située à environ 21 kilomètres au nord du site de Flamanville. Il s'agit de la station dite de « référence ». Ce choix est fait par Météo-France, sur la base de critères tels que la distance par rapport au site de Flamanville et de mesures effectives des paramètres d'intérêt sur la période d'étude, mais aussi sur la base d'une analyse à partir de normales climatiques spatialisées pour différents paramètres météorologiques.

Les caractéristiques de ces stations sont décrites aux [Paragraphe 3.1.1.1.1](#) et [3.1.1.1.2](#).

La région de Flamanville est soumise à un climat océanique, avec des effets locaux marqués en raison notamment de la proximité maritime.

¹ Météo-France, Rapport sur la climatologie et les conditions atmosphériques sur le site de Flamanville, mars 2020.

3.1.1.1.1. Station météorologique de Flamanville

La station météorologique de Flamanville est une station automatique de type « temps réel ». Installée à une altitude de 79 mètres sur la zone technique du site, elle est donc soumise à l'influence de ses installations. La station météorologique du site de Flamanville recueille les informations suivantes :

- hauteur de précipitations ;
- humidité relative ;
- pression atmosphérique ;
- température de l'air sous abri (à 2 mètres au-dessus du sol) ;
- direction, vitesse du vent de surface à 20 mètres ;
- direction, vitesse horizontale et écart-type de la vitesse verticale du vent mesuré à 80 mètres de hauteur.

La surveillance réalisée à la station météorologique du site de Flamanville est décrite au [Paragraphe 3.3.](#)

3.1.1.1.2. Station météorologique de La Hague

L'abri météorologique est installé sur la commune de La Hague (Manche). Il s'agit d'une station automatique de Météo-France.

Située à une altitude de 6 mètres (soit 73 mètres plus bas que la station de Flamanville), la station de La Hague a été choisie comme référence locale en matière de climatologie.

Cette station est située à environ 21 kilomètres au nord du site de Flamanville et recueille les informations suivantes :

- hauteur de précipitations ;
- humidité relative ;
- température de l'air sous abri ;
- direction et vitesse du vent de surface (mesurée à 10 mètres de hauteur).

La comparaison des données de cette station avec celles obtenues sur la station du site de Flamanville est réalisée aux [Paragraphe 3.1.1.2 à 3.1.1.4.](#)

3.1.1.2. TEMPÉRATURES

La [Figure 3.a](#) présente les courbes de température moyennes mensuelles obtenues à Flamanville et La Hague, ainsi que les moyennes annuelles.

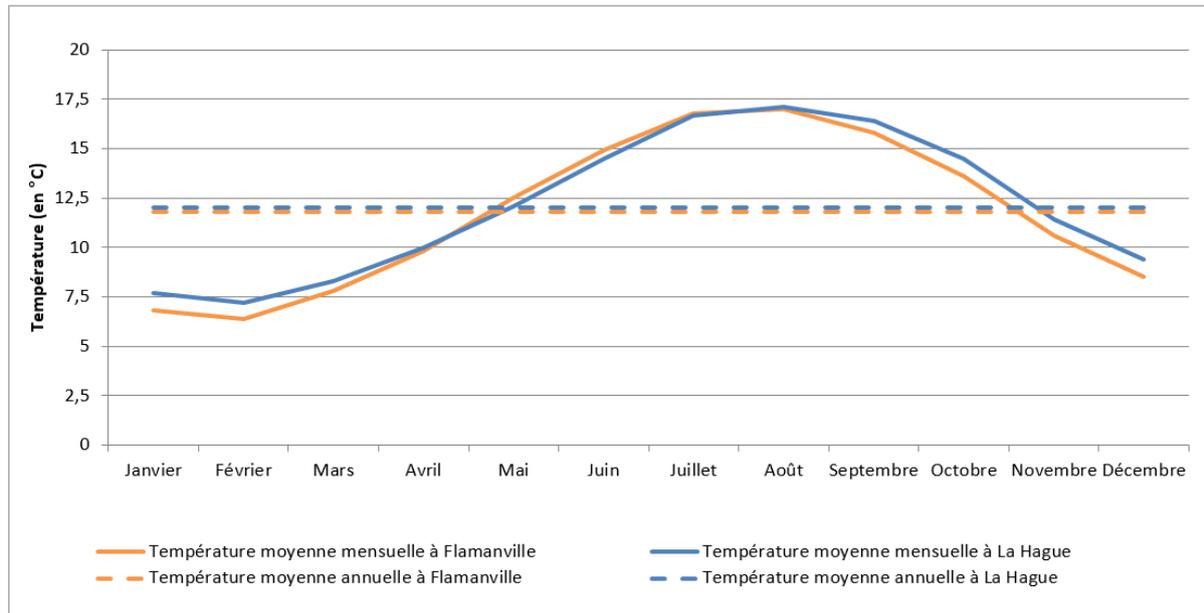


Figure 3.a : Températures moyennes mensuelles et annuelles (en °C) à Flamanville et à La Hague, période [2009-2018]

Les moyennes mensuelles de température à Flamanville sont comprises entre 6,4°C en février et 17,0°C en août. Elles sont systématiquement plus faibles que celles de La Hague à l'exception des mois de mai, juin et juillet. Les températures sont du même ordre entre les deux stations avec des différences qui ne sont pas supérieures à 0,9°C.

Les normales AURELHY² des températures moyennes annuelles sont également très proches entre les deux stations : 11,8°C à Flamanville et 12,0°C à La Hague.

Les valeurs numériques des températures moyennes ainsi que des valeurs extrêmes mensuelles observées pour les deux stations sont présentées à la [Figure 3.b](#).

² AURELHY : Analyse Utilisant le RELief pour l'HYdrométéorologie (méthode de spatialisation géostatistique d'observations effectuées sur la période [1981-2010]).

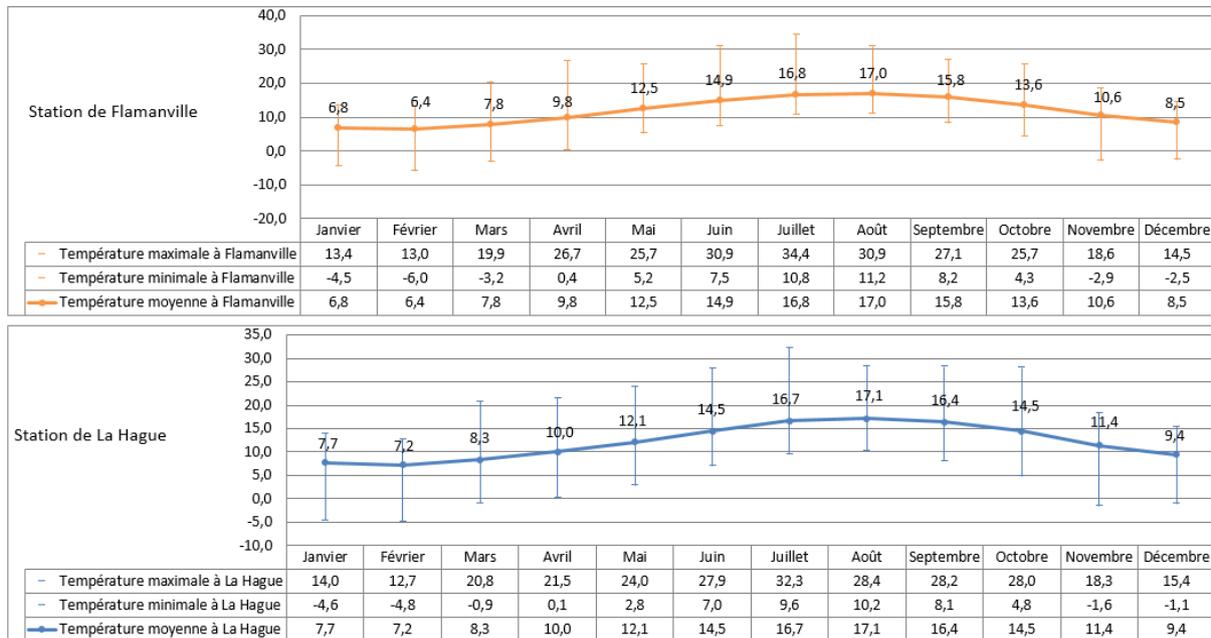


Figure 3.b : Températures moyennes et extrêmes mensuelles (en °C) à Flamanville et à La Hague, période [2009-2018]

Les valeurs extrêmes observées à Flamanville au cours de la période [2009-2018] sont de - 6,0°C (février 2018) et + 34,4°C (juillet 2016), ce qui correspond à une amplitude de température de 40,4°C sur la période.

Les dates des maxima relevés à Flamanville et à La Hague coïncident six mois sur douze avec des différences de température qui peuvent être marquées : la différence maximale est de 2,3°C (octobre 2011).

En ce qui concerne les minima, les dates correspondent cinq mois sur douze. Les différences peuvent être notables (jusqu'à 2,4°C, mai 2010).

Le climat à Flamanville est relativement doux avec des rares gelées et des épisodes de fortes chaleurs pratiquement inexistantes.

La comparaison de valeurs moyennes ainsi que des records indique que les températures relevées à Flamanville sont cohérentes avec celles de La Hague malgré quelques différences significatives, liées en partie aux effets locaux.

3.1.1.3. PRÉCIPITATIONS

Les hauteurs moyennes de précipitations mensuelles sur les deux stations (Flamanville et La Hague) sont présentées à la [Figure 3.c](#).

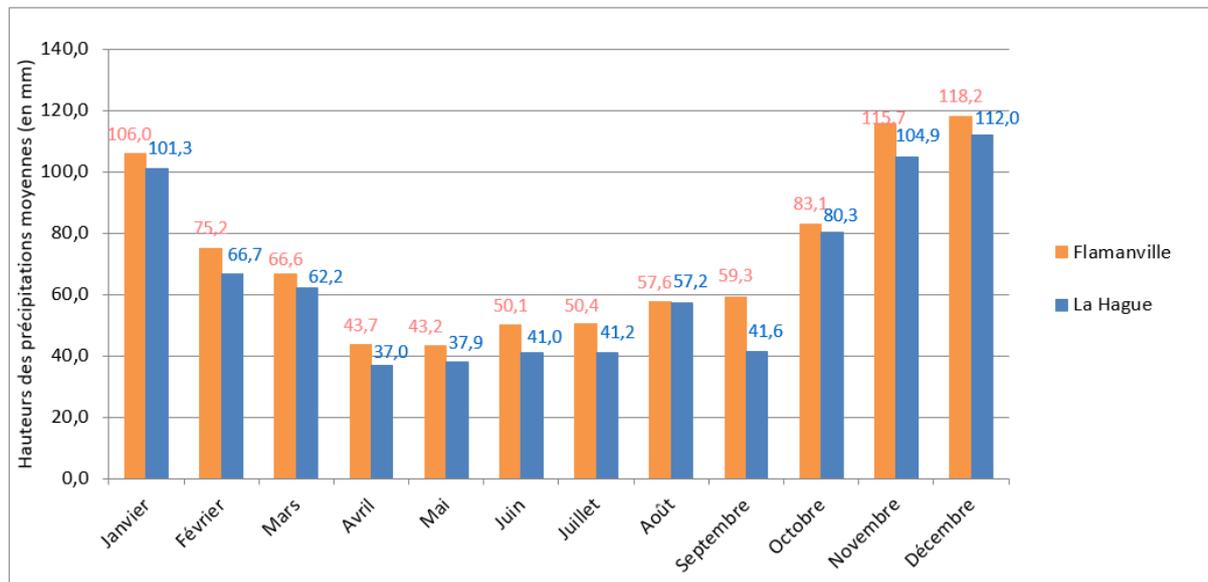


Figure 3.c : Précipitations mensuelles cumulées (en mm) à Flamanville et à La Hague, période [2009-2018]

Les précipitations sont régulières à Flamanville, il pleut au minimum un jour sur trois sur la période [2009-2018].

Les mois d'avril et de mai sont les plus secs avec des cumuls respectifs de 43,7 et 43,2 millimètres. Les mois d'hiver de novembre à janvier sont soumis à des précipitations avec des cumuls supérieurs à 100 millimètres, le maximum étant de 118,2 millimètres en décembre.

Les cumuls mensuels à Flamanville sont systématiquement plus élevés que ceux de La Hague. Les valeurs sont globalement comparables, mais elles peuvent diverger quelque peu au cours de l'été.

Les cumuls mensuels ainsi que le nombre de jours de précipitations sont globalement comparables entre Flamanville et La Hague, en dépit des disparités locales qui peuvent être conséquentes.

3.1.1.4. VENTS

3.1.1.4.1. Vent mesuré à 20 mètres

La [Figure 3.d](#) représente la rose des vents à 20 mètres de hauteur à la station de Flamanville.

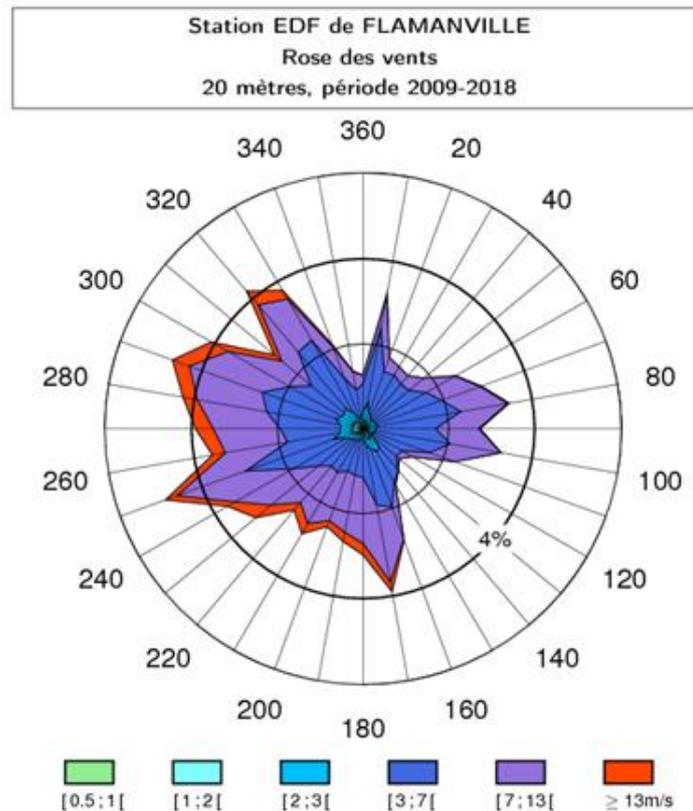


Figure 3.d : Rose des vents à 20 mètres à Flamanville, période [2009-2018]

Les vents observés à 20 mètres à Flamanville sont majoritairement regroupés dans un secteur compris entre les directions 170° et 330°. En effet, environ 60 % des cas sont recensés dans ce secteur ouest. Ces flux sont principalement associés aux perturbations océaniques qui concernent cette région.

Un deuxième secteur moins vaste correspondant à des situations anticycloniques est situé entre les directions 60° et 110° (secteur est), il regroupe environ 17 % des cas.

Les vents sont majoritairement modérés (58,2 % des cas). Les vents forts (≥ 7 m/s) sont présents dans des proportions significatives (40,5 %).

3.1.1.4.2. Vent à 10 mètres

La [Figure 3.e](#) représente les roses des vents à 10 mètres de hauteur, pour la station de Flamanville et celle de La Hague.

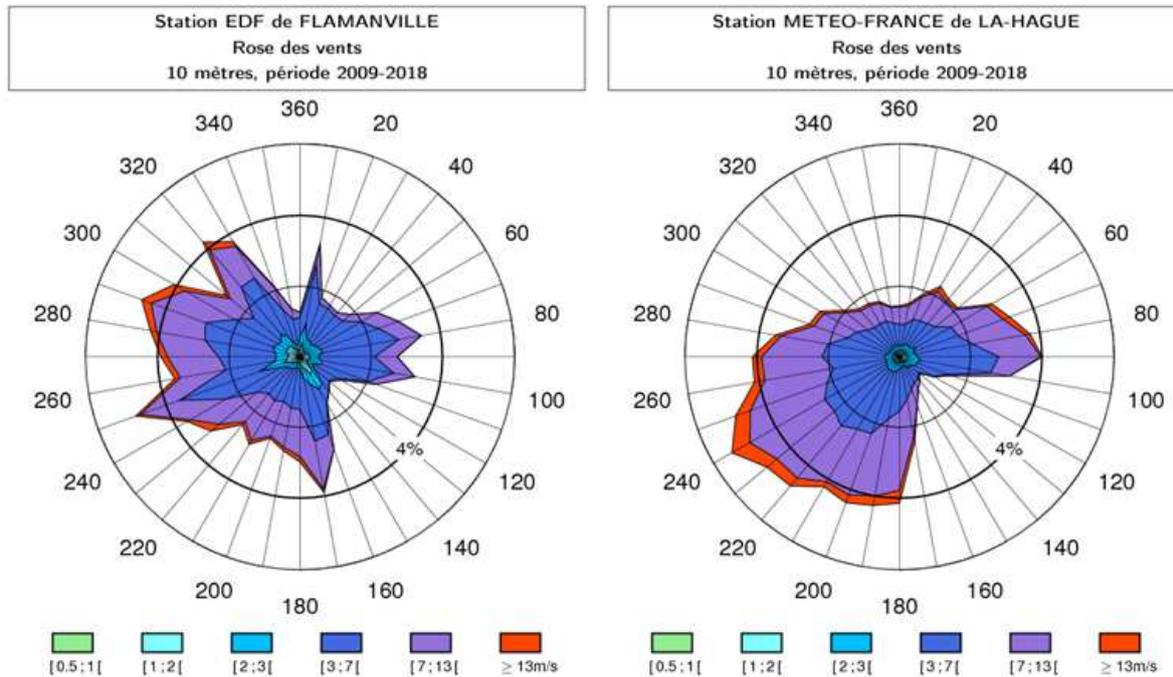


Figure 3.e : Roses des vents à 10 mètres à Flamanville et à La Hague, période [2009-2018]

La rose des vents à 10 mètres à Flamanville a été reconstituée à partir des données recueillies à 20 mètres. Les directions sont identiques. Les vents forts (≥ 7 m/s) sont moins présents qu'à 20 mètres (30,7 % contre 40,5 %). Tout comme à 20 mètres, l'impact des infrastructures du site apparaît nettement.

Tout comme à Flamanville, les vents à La Hague sont majoritairement observés dans un vaste secteur ouest, ainsi que dans un secteur est dans une moindre mesure. Les vents de nord-ouest sont moins présents qu'à Flamanville probablement en raison de la différence d'environnement orographique des deux sites.

3.1.1.4.3. Vent mesuré à 80 mètres

La [Figure 3.f](#) représente la rose des vents à 80 mètres de hauteur, mesurés au niveau de la station du site de Flamanville.

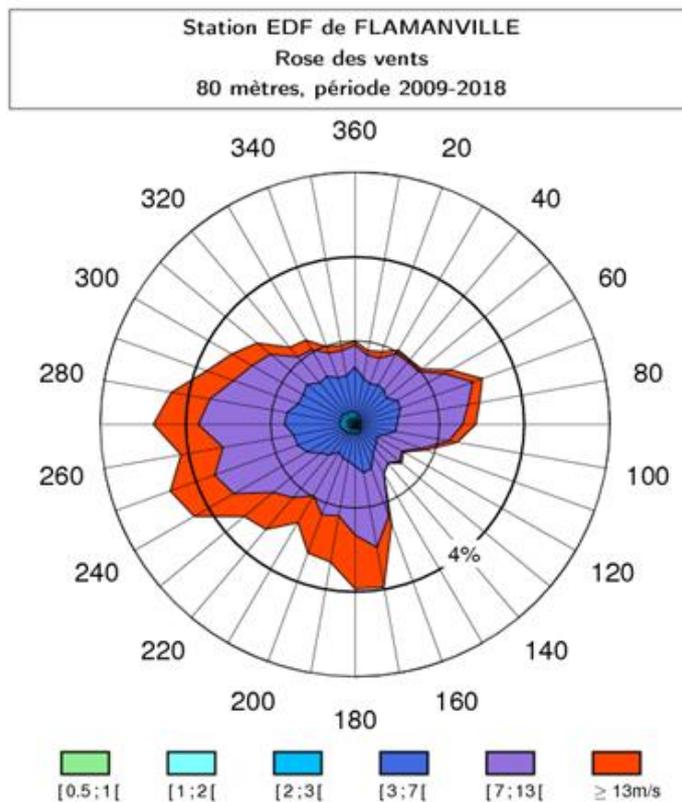


Figure 3.f : Rose des vents à 80 mètres à Flamanville, période [2009-2018]

Les vents à 80 mètres sont majoritairement observés dans un vaste secteur situé entre les directions 170° et 280° qui regroupe à lui seul environ 45 % des cas. Ces vents sont généralement associés aux perturbations océaniques. Un secteur moins important compris entre les directions 60° et 100° représente environ 14 % des situations.

À 80 mètres, ce sont les vents forts (≥ 7 m/s) qui sont les plus fréquents puisqu'ils constituent environ 60,1 % de situations avec une présence notable de vents très forts. Les vents modérés représentent 38,6 % des cas, tandis que les vents calmes et faibles sont pratiquement inexistants.

3.1.2. QUALITÉ DE L'AIR

3.1.2.1. INTRODUCTION

Ce paragraphe constitue une description de la qualité de l'air aux environs du site de Flamanville. L'état de référence de la qualité de l'air est réalisé à l'échelle régionale, par le réseau national des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), mis en place dans le cadre de l'application des articles L. 221-1 à L. 221-6 du code de l'environnement.

De plus, le code de l'environnement définit des normes de qualité de l'air (article R. 221-1) dont l'objectif est « d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ».

Le périmètre d'étude pour le scénario de référence de la qualité de l'air est de 21 kilomètres du fait de la localisation des stations de surveillance de la qualité de l'air autour du site de Flamanville.

3.1.2.2. SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES AUTOUR DU CNPE DE FLAMANVILLE

Le site de Flamanville est situé à environ 1 kilomètre du cœur de la commune de Flamanville. L'environnement est principalement rural et agricole.

La principale agglomération dans la région de Flamanville est la ville de Cherbourg située à 21 kilomètres à l'est du site.

Les principales sources d'émissions atmosphériques sont :

- Le trafic routier : la RD4 passant à près de 1 kilomètre à l'est du site.
- Le chauffage individuel et les activités agricoles.

3.1.2.3. BILAN DE LA SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ D'AIR

Atmo Normandie est l'association agréée par le Ministère en charge de l'Environnement pour la surveillance de la qualité de l'air de la région. Elle appartient à la fédération Atmo France, mise en place dans le cadre de l'application des articles L. 221-1 à L. 221-6 du code de l'environnement.

Atmo Normandie est issue de la fusion des associations Air Normand et Air C.O.M. depuis le 2 décembre 2016.

Les stations de surveillance de la qualité de l'air les plus proches du site sont localisées sur la carte ci-après en [Figure 3.g](#).

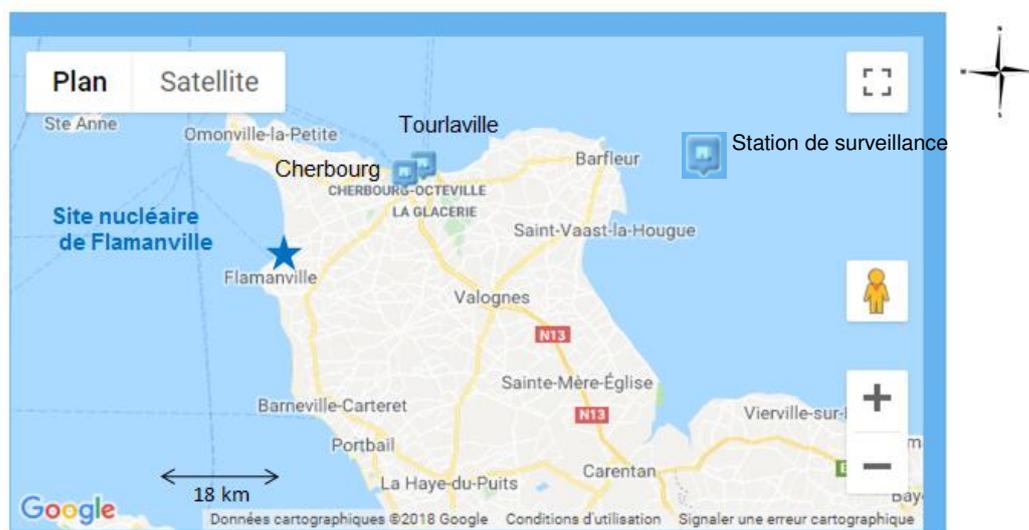


Figure 3.g : Localisation des stations de surveillance de la qualité de l'air Atmo Normandie pour le secteur de Flamenville

Les stations de Cherbourg et Tourlaville-boulevard Maritime (stations les plus proches) ne sont pas représentatives de la qualité de l'air du site car elles se situent en milieu urbanisé, contrairement au site qui est en milieu rural et agricole.

De plus, la qualité de l'air globale des agglomérations françaises est qualifiée par l'indice ATMO, défini par le ministère de l'écologie et du développement durable (arrêté du 22 juillet 2004 abrogé par arrêté du 10 juillet 2020³). Il est calculé selon des critères précis⁴ d'implantation d'équipement des stations de surveillance de la qualité de l'air, conformément à l'arrêté du 22 juillet 2004, et est basé sur les concentrations de quatre indicateurs de la pollution atmosphérique (O₃⁵, NO₂, SO₂ et PM₁₀⁶). Cet indice varie de 1 à 10, le niveau 1 étant le meilleur (des notes de 1 à 4 correspondent à des scores très bons à bons, de 5 à 7 à des scores moyens à médiocres, et de 8 à 10 à des scores mauvais à très mauvais). Il est calculé pour une journée et défini sur une zone géographique retenue par le réseau de surveillance.

Le site n'étant pas situé à proximité d'une agglomération, il n'y a donc pas d'indice ATMO représentatif disponible pour le secteur d'étude.

Pour information, les indices ATMO de l'année 2019 pour les agglomérations normandes⁷ sont présentés sur la [Figure 3.h](#), voir en particulier Cherbourg qui est l'agglomération la plus proche du site.

³ Arrêté du 20 juillet 2020 relatif aux indices de la qualité de l'air.

⁴ Il convient de noter que la méthodologie de calcul et les indices ATMO (de l'année 2019) présentés dans ce dossier restent définis par l'arrêté du 22 juillet 2004.

⁵ Ozone.

⁶ Particules fines d'un diamètre inférieur à 10 µm.

⁷ Source : <http://www.atmonormandie.fr/Publications/Publications-telechargeables/Programmes-de-surveillance-Bilans>.

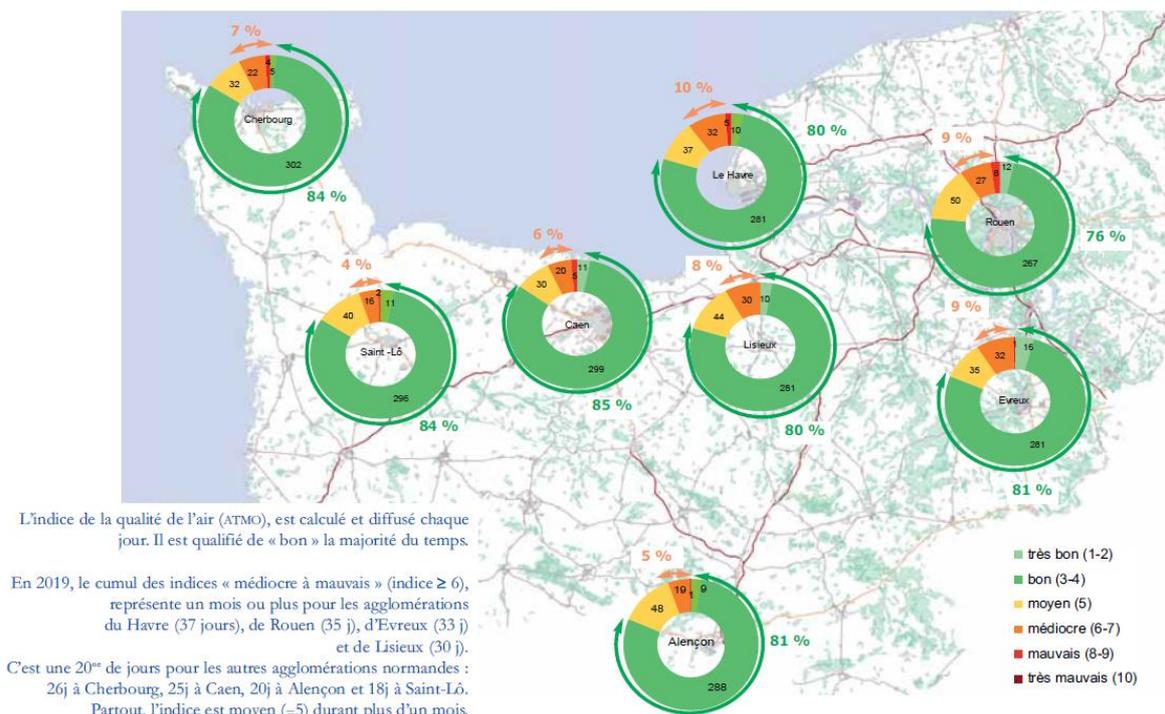


Figure 3.h : Répartition des indices ATMO en nombre de jours pour les grandes agglomérations normandes (année 2019)

Les indices ATMO représentent une qualité de l'air majoritairement bonne. En 2019, les indices médiocres à mauvais sont essentiellement dus aux particules (ceci est valable pour les agglomérations ou les zones de trafics).

Compte-tenu de l'éloignement de ces stations de surveillance de Cherbourg et Tournaville-boulevard Maritime par rapport au site de Flamanville, les résultats de surveillance de la qualité de l'air obtenus au niveau de celles-ci ne reflètent pas de manière satisfaisante la qualité de l'air autour du site. Ainsi le tissu industriel autour du site est étudié.

3.1.2.4. TISSU INDUSTRIEL

La région proche du site est peu urbanisée. La surveillance via les stations urbaines de Cherbourg et Tournaville-boulevard Maritime n'étant pas représentatives de la qualité de l'air autour du site, l'étude de la qualité de l'air autour du site est donc menée en étudiant le tissu industriel.

Le tissu industriel avoisinant le site de Flamanville peut être évalué par le biais du nombre d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) recensées au [Paragraphe 9.1.3 du Chapitre 9](#). Aucune installation classée SEVESO n'est présente dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville.

Dans un rayon de 10 km, on recense 10 ICPE soumises à autorisation ou enregistrement. Il s'agit principalement d'exploitations agricoles.

L'environnement autour du site est peu industrialisé et peu urbanisé, ainsi la qualité de l'air autour du site est, *a fortiori*, équivalente voire meilleure que celle de Cherbourg calculée via les indices ATMO (Cf. [Paragraphe 3.1.2.3](#)).

3.1.3. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LA QUALITÉ DE L'AIR ET LES FACTEURS CLIMATIQUES

Les éléments présentés ci-dessus indiquent que la qualité de l'air autour du site de Flamanville est globalement bonne.

↘ ÉVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT EN L'ABSENCE DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET

Indépendamment des rejets d'effluents chimiques à l'atmosphère associés à l'exploitation du site de Flamanville et en l'absence de mise en œuvre du projet, l'évolution et l'amélioration de la qualité de l'air autour du site de Flamanville s'inscrivent dans les objectifs du SRADDET⁸ de la région Normandie. En effet, le SRADDET fixe, en accord avec le PREPA⁹, des objectifs de réduction à l'horizon 2030 des émissions atmosphériques (NO_x, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, COVNM¹⁰ et NH₃) par rapport aux émissions constatées en 2005.

En ce qui concerne les facteurs climatiques autour du site de Flamanville et de la région Normandie, l'évolution de ces facteurs a été étudiée par Météo-France. Les scénarios envisagés montrent tous à horizon 2100¹¹ :

- une poursuite de l'augmentation de la température moyenne annuelle,
- peu d'évolution des précipitations annuelles,
- une poursuite de la diminution du nombre de jours de gel et de l'augmentation du nombre de journées chaudes,
- un assèchement des sols de plus en plus marqué en toute saison.

Prise en compte des évolutions climatiques

Hormis un besoin en refroidissement des locaux tertiaires et industriels légèrement plus important en période chaude (et une diminution des besoins en chauffage des locaux en période hivernal), les évolutions climatiques présentées ci-dessus ne devraient pas avoir d'impact sur l'analyse d'incidence des rejets atmosphériques du site de Flamanville sur la qualité de l'air et le climat.

⁸ SRADDET : Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires.

⁹ PREPA : Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques.

¹⁰ COVNM : Composés Organiques Volatiles Non Méthaniques.

¹¹ Source Météo-France : <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>.

3.2.

ANALYSE DES INCIDENCES SUR L'AIR ET LE CLIMAT

3.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LE CLIMAT

Les rejets d'effluents chimiques à l'atmosphère associés à l'exploitation du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) ne modifient pas la situation actuelle vis-à-vis du climat.

En effet, la production d'électricité d'origine nucléaire génère très peu de CO₂ à l'atmosphère, principal Gaz à Effet de Serre (GES). En effet le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) estime qu'en moyenne la production d'électricité d'origine nucléaire génère 12 g eq.CO₂/kWh¹². Selon le bilan d'émissions de GES du groupe EDF, la filière nucléaire ne génère que 4 g eq.CO₂/kWh¹³.

L'incidence de l'exploitation du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur le climat peut être considérée comme négligeable.

3.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

3.2.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES DES SUBSTANCES FAISANT L'OBJET D'UNE NORME DE QUALITÉ DE L'AIR

Le code de l'environnement définit des normes de qualité de l'air (article R. 221-1) dont l'objectif est « *d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble* ».

Ces normes visent les polluants atmosphériques présents dans l'air ambiant extérieur qui représentent un enjeu pour la qualité de l'air : les oxydes de soufre et d'azote, l'ozone, le monoxyde de carbone, les particules, le plomb, le benzène et les métaux lourds. Ces substances sont principalement présentes dans les agglomérations, en raison de la concentration du trafic et de différentes activités humaines (chauffage, émissions industrielles).

¹² https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf Annexe III, page 1335.

¹³ https://www.edf.fr/sites/default/files/contrib/groupe-edf/engagements/rapports-et-indicateurs/c02/edfgroup2020_methode_elaboration_ges.pdf.

L'analyse des incidences des rejets chimiques à l'atmosphère sur la qualité de l'air est réalisée au regard des valeurs définies dans le code de l'environnement. Parmi les rejets chimiques à l'atmosphère du site de Flamanville en fonctionnement normal (Cf. [Paragraphe 2.4.4 du Chapitre 2](#)), seuls les rejets d'oxydes d'azote et de soufre issus des groupes électrogènes et de monoxyde de carbone issus des calorifuges en laine de verre neufs au cours de leur première montée en température font l'objet d'une norme de qualité de l'air.

Les valeurs de référence relatives à ces substances sont reportées dans le [Tableau 3.a](#), pour lesquelles le code de l'environnement définit dans son article R. 221-1 :

- un objectif de qualité, c'est-à-dire « un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble »,
- un niveau critique, c'est-à-dire « un niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains »,
- une valeur limite, c'est-à-dire « un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ».

Tableau 3.a : Normes de qualité de l'air d'après l'article R. 221-1 du code de l'environnement

	Norme de qualité de l'air	Valeur (µg/m ³)	Type de données
Dioxyde d'azote (NO₂)	Niveau critique pour la protection de la végétation	30	Moyenne annuelle civile (NOx)
	Objectif de qualité	40	Moyenne annuelle civile
	Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	40	Moyenne annuelle civile
		200	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile (percentile 99,8 horaire)
	Seuil d'information et de recommandation	200	Moyenne horaire
	Seuils d'alerte	400	Moyenne horaire, dépassée pendant 3 heures consécutives
200		Moyenne horaire, si la procédure d'information et de recommandation pour le dioxyde d'azote a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain	
Dioxyde de soufre (SO₂)	Niveau critique pour la protection de la végétation	20	Moyenne annuelle civile et moyenne sur la période du 1 ^{er} octobre au 31 mars
	Objectif de qualité	50	Moyenne annuelle civile
	Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	125	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 fois par année civile (percentile 99,2 journalier)
		350	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 fois par année civile (percentile 99,7 horaire)
	Seuil d'information et de recommandation	300	Moyenne horaire
	Seuil d'alerte	500	Moyenne horaire, dépassée pendant 3 heures consécutives
Monoxyde de carbone (CO)	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 000	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures

L'analyse des incidences des rejets de monoxyde de carbone, d'oxydes de soufre et d'azote sur la qualité de l'air est établie à partir des normes de qualité de l'air présentées dans le [Tableau 3.a](#).

Du fait du fonctionnement occasionnel des groupes électrogènes (1 à 2 heures par mois et par moteur), les émissions d'oxydes d'azote et de soufre restent très ponctuelles.

De plus, les niveaux critiques pour la protection de la végétation, les objectifs de qualité et les valeurs limites pour la protection de la santé humaine, exprimés en moyenne annuelle, ne sont donc pas influencés par ces rejets.

Par ailleurs, leurs durées de fonctionnement en continu ne dépassant jamais quelques heures, ces rejets ne sont pas susceptibles d'engendrer de dépassement des valeurs limites, pour les oxydes de soufre, pour la protection de la santé humaine exprimées en percentiles journaliers.

Les concentrations en oxydes de soufre attendues aux lieux d'habitation (moyennes horaires) ne sont pas susceptibles d'engendrer de dépassement des valeurs limites pour la protection de la santé humaine ni des seuils présentés dans le [Tableau 3.a](#). Les concentrations en oxydes d'azote peuvent, sous certaines conditions météorologiques et en certains lieux d'habitation, entraîner un dépassement de la valeur limite de qualité de l'air pour la protection de la santé humaine. Ces dépassements restent ponctuels et respectent la limite autorisée par la réglementation, qui autorise jusqu'à 18 heures de dépassement.

Les émissions de monoxyde de carbone sont très faibles et très ponctuelles. Les concentrations au rejet ne dépassant pas les 5 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, les concentrations maximales journalières ne dépasseront pas la valeur limite pour la protection de la santé humaine (10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.2.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES DES AUTRES SUBSTANCES

Pour les substances ne faisant pas l'objet d'une valeur de référence issue de la réglementation sur la qualité de l'air, l'analyse ne met pas en évidence de risque sanitaire dû aux rejets chimiques à l'atmosphère attribuables au site de Flamanville sur les populations avoisinantes potentiellement exposées aux substances par inhalation (Cf. [Paragraphe 8.2.2 du Chapitre 8](#)). Ainsi, en se basant sur les conclusions de cette évaluation, ces substances ne sont pas susceptibles de dégrader la qualité de l'air autour du site.

3.2.2.3. APPRÉCIATION DES INCIDENCES DE L'INSTALLATION AU REGARD DES PLANS DE PROTECTION DE L'ATMOSPHÈRE

Les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) ont été introduits par la loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 modifiée le 14 juin 2006 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (dite « loi LAURE », articles L. 222-4 à L. 222-7 du code de l'environnement). Ils doivent être élaborés dans trois cas de figure différents :

- la zone connaît des dépassements des valeurs limites et/ou des valeurs cibles de la qualité de l'air,
- la zone risque de connaître des dépassements,
- la zone englobe une ou plusieurs agglomérations de plus de 250 000 habitants.

Les PPA ont pour objectif de définir les mesures à prendre afin de veiller au respect des valeurs limites ainsi que les mesures d'urgence à mettre en place en cas de risque de dépassement des seuils d'alerte.

Le site de Flamanville n'est pas concerné par un PPA.

3.3.

SURVEILLANCE

3.3.1. SURVEILLANCE DES REJETS CHIMIQUES À L'ATMOSPHÈRE

Les rejets chimiques à l'atmosphère ne faisant l'objet d'aucune limite, aucun contrôle n'est à définir pour ces rejets. Pour autant, dans le cadre de l'application des exigences de la décision n° 2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013, relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base, homologuée par l'arrêté du 9 août 2013, modifiée par la décision n° 2016-DC-0569 de l'ASN du 29 septembre 2016 homologuée par l'arrêté du 5 décembre 2016 (dite décision « Environnement »), et, de la décision n° 2017-DC-0588 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 6 avril 2017 relative aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression, homologuée par l'arrêté du 14 juin 2017 (dite décision « Modalités Parc »), les rejets d'effluents chimiques atmosphériques suivants font l'objet d'une estimation annuelle, jointe au rapport annuel de surveillance de l'environnement (RASE) :

- les rejets d'oxydes de soufre et d'oxyde d'azote établis entre autre à partir de la consommation de combustible des groupes électrogènes de secours, du type de combustible utilisé, de la nature de l'équipement et des conditions d'exploitation ;
- les rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone liés au remplacement des calorifuges, établis à partir des quantités de calorifuge remplacées lors des arrêts de réacteur ;
- les rejets des substances volatiles liées au conditionnement des circuits secondaires (ammoniac ou éthanolamine).

3.3.2. SURVEILLANCE MÉTÉOROLOGIQUE

La station météorologique de Flamanville est décrite au [Paragraphe 3.1.1.1.1.](#)

La base SEMENCE (SErveur METéo National pour les sites nucléaires CEA et EDF) centralise les mesures météorologiques effectuées sur les divers sites nucléaires. Les données y sont stockées avec un pas de temps horaire avant 2010, puis au pas de temps 10 minutes à partir de 2010. Cette surveillance porte sur les paramètres suivants :

- hauteur de précipitations ;
- humidité relative ;
- pression atmosphérique ;
- température de l'air sous abri (à 2 mètres au-dessus du sol) ;
- direction et vitesse du vent de surface à 20 mètres ;
- direction, vitesse horizontale et écart-type de la vitesse verticale de vent mesurés à 80 mètres de hauteur.

3.4. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

Le site de Flamanville est engagé actuellement dans une démarche ISO 14001, au titre de laquelle le site a acquis la certification à l'été 2003.

L'obtention de la certification ne constitue pas un but en soi, mais représente un moyen pour prendre en compte à tous les niveaux et à tous les instants les problématiques environnementales. Attribuée par un organisme externe et indépendant, qui garantit que l'entreprise certifiée maîtrise ses impacts et développe une politique de progrès, la certification apporte la preuve que l'engagement n'est pas qu'une intention mais une réalité durable.

La politique environnementale du site de Flamanville traduit l'engagement du site dans cette démarche environnementale et d'amélioration continue. Elle évoque le contexte et les enjeux actuels, les objectifs liés à la mise en place d'un Système de Management de l'Environnement (SME) et les principes directeurs d'actions.

Cette politique environnementale est intégrée dans le plan moyen terme du site et est révisable tous les trois ans.

Les engagements du site de Flamanville dans ce cadre concernent les points suivants :

- être conforme aux exigences environnementales réglementaires et aux engagements du site ;
- améliorer en permanence les performances du SME ;
- connaître et prévenir les risques de pollution et en limiter les impacts ;
- développer le « réflexe environnement » chez tous les acteurs du site ;
- maîtriser les consommations, les rejets et les déchets ;
- être à l'écoute et communiquer en toute transparence en interne et en externe.

Des mesures ont été prises par le site de Flamanville pour limiter les émissions de gaz à effet de serre et le réchauffement climatique liés au transport du personnel (Cf. [Tableau 3.b](#)).

Tableau 3.b : Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts pour les rejets non radioactifs à l'atmosphère

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé estimé
Gaz d'échappement	Le site a mis en place un système de navette pour le transport du personnel.	Évitement, Réduction	Achat d'une navette électrique intersite : 19 k€
	Des bornes électriques sur les parkings ont été installées.	Évitement, Réduction	Achat, installation et maintenance des bornes (600 k€ pour l'achat des bornes électriques du parking et 20 k€ par an pour la maintenance)
	Les véhicules de service sont électriques lorsque possible.	Évitement, Réduction	Location des voitures électriques
Gaz à effet de serre	Les groupes électrogènes sont uniquement utilisés en secours ou en essais. Ils sont entretenus pour conserver leurs caractéristiques d'origines.	Évitement, Réduction	Achat et maintenance des groupes électrogènes

Ces différentes mesures ont été prises en compte lors de l'analyse à court, moyen et long terme des incidences négatives et positives, directes et indirectes, temporaires et permanentes sur l'air et les facteurs climatiques menée précédemment. Cette analyse ne met pas en évidence d'incidences négatives notables sur l'environnement et la santé humaine, si bien qu'il n'est pas proposé de mesures supplémentaires d'évitement, de réduction ou bien compensatoires.

3.5.

DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES

Les méthodes utilisées pour établir le scénario de référence et l'analyse des incidences des rejets associés à l'exploitation du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur l'air et le climat sont basées sur des outils de surveillance qualifiés par des expertises reconnues (Météo-France, ASQAA...).

L'incertitude prédominante est celle concernant la représentativité des moyens de surveillance (météorologie et qualité de l'air) qui ne sont pas présents sur le site pour certains instruments.

3.6.

CONCLUSION

L'ensemble des éléments présentés dans ce chapitre permet d'affirmer que les rejets à l'atmosphère associés à l'exploitation du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) n'ont pas d'incidence notable sur la qualité de l'air et le climat.

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 4 - Eaux de surface

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 4.....	9
4.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE.....	10
4.1.1. CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE	10
4.1.2. HYDROLOGIE.....	12
4.1.3. RÉGIME THERMIQUE MARIN.....	15
4.1.4. QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES EAUX DE SURFACE	38
4.1.5. HYDROMORPHOLOGIE ET TRANSPORTS SOLIDES.....	44
4.1.6. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LES EAUX DE SURFACE	50
4.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES EAUX DE SURFACE	54
4.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES SUR L'HYDROLOGIE	54
4.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA TEMPÉRATURE DES EAUX DE SURFACE.....	56
4.2.3. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA QUALITÉ DES EAUX DE SURFACE	78
4.2.4. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA MORPHOSÉDIMENTOLOGIE.....	110
4.3. SURVEILLANCE	115
4.3.1. SURVEILLANCE DES PRÉLÈVEMENTS ET DE LA CONSOMMATION D'EAU ..	115
4.3.2. SURVEILLANCE DES REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES LIQUIDES	116
4.3.3. SURVEILLANCE DES REJETS THERMIQUES.....	124
4.3.4. SURVEILLANCE CHIMIQUE, PHYSICO-CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES EAUX DE SURFACE.....	125
4.3.5. SURVEILLANCE DU MILIEU AQUATIQUE DANS LE CADRE DES OPÉRATIONS DE DRAGAGE	127

4.4. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES	128
4.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES	132
4.6. CONCLUSION	134

TABLEAUX

Tableau 4.a :	Débits moyens mensuels interannuels de la Diélette à la station DTG sur la période [2002-2019]	13
Tableau 4.b :	Débits moyens mensuels interannuels du Petit Douet à la station DTG sur la période [2002-2019]	13
Tableau 4.c :	Débits moyens mensuels interannuels du Grand Douet à la station DTG sur la période [2002-2019]	14
Tableau 4.d :	Niveaux de marées au port de Diélette.....	14
Tableau 4.e :	Valeurs caractéristiques de la température à la prise d'eau du site de Flamanville sur la période [1988-2019]	16
Tableau 4.f :	Bilan statistique des échauffements, températures de rejet et des températures en mer à 50 m, sur l'ensemble de la période [2010-2019] – Site de Flamanville	19
Tableau 4.g :	Valeurs caractéristiques et statistiques des températures calculées aux rejets du site de Flamanville pour les périodes du 1er novembre au 31 mai et du 1er juin au 31 octobre – Période [2010-2019].....	20
Tableau 4.h :	Valeurs caractéristiques et statistiques des températures calculées à 50 m des points de rejets du site de Flamanville pour les périodes du 1er novembre au 31 mai et du 1er juin au 31 octobre – Période [2010-2019].....	21
Tableau 4.i :	Échauffements maximaux sur la hauteur d'eau calculés sur un cercle de rayon 50 mètres autour de chaque point de rejet (maximum instantané et maximum des valeurs moyennes sur la marée)	30
Tableau 4.j :	Échauffements maximaux en surface à 500 et 1 500 mètres des rejets (maximum instantané et maximum des valeurs moyennes sur la marée).....	30
Tableau 4.k :	Échauffements en surface à la prise d'eau et à la côte : maxima instantanés et valeurs moyennes sur la marée	31
Tableau 4.l :	Surfaces d'échauffement > 1°C et > 2°C selon les conditions de marée	36
Tableau 4.m :	État écologique et chimique des masses d'eau superficielles du site de Flamanville	39
Tableau 4.n :	Analyses granulométriques des prélèvements du 31 juillet 2018	48
Tableau 4.o :	Résultats des prélèvements du canal d'amenée de Flamanville en 2018.....	49
Tableau 4.p :	Limites des rejets thermiques - Site de Flamanville.....	57
Tableau 4.q :	Caractéristiques des rejets et conditions de marée pour chaque configuration de fonctionnement.....	58
Tableau 4.r :	Échauffements maximaux sur la hauteur d'eau calculés sur un cercle de rayon 50 mètres autour de chaque point de rejet (maximum instantané et maximum des valeurs moyennes sur la marée)	65

Tableau 4.s :	Échauffements maximaux en surface à 500 et 1 500 mètres des rejets (maximum instantané et maximum des valeurs moyennes sur la marée).....	66
Tableau 4.t :	Échauffements en surface à la prise et à la côte : maxima instantanés et valeurs moyennes sur la marée	66
Tableau 4.u :	Échauffements maximaux sur la hauteur d'eau calculés sur un cercle de rayon 50 mètres autour du rejet (maximum instantané et maximum des valeurs moyennes sur la marée)	67
Tableau 4.v :	Échauffements maximaux en surface à 500 et 1 500 mètres des rejets (maximum instantané et maximum des valeurs moyennes sur la marée).....	67
Tableau 4.w :	Échauffements en surface à la prise et à la côte : maxima instantanés et valeurs moyennes sur la marée	67
Tableau 4.x :	Surfaces d'échauffement > 1°C et > 2°C selon les conditions de marée	72
Tableau 4.y :	Surfaces d'échauffement > 1°C et > 2°C selon les conditions de marée	74
Tableau 4.z :	Coefficients de dilution utilisés pour l'analyse de l'impact sanitaire et environnemental des rejets du site de Flamanville (à trois réacteurs ou réacteur 3 seul).....	76
Tableau 4.aa :	Caractéristiques de la surveillance du domaine pélagique de Flamanville	79
Tableau 4.bb :	Caractéristiques de la surveillance du domaine benthique	80
Tableau 4.cc :	Caractéristiques de la surveillance du domaine halieutique de Flamanville.....	80
Tableau 4.dd :	Qualité des paramètres physico-chimiques mesurés lors de la surveillance de l'environnement aquatique à proximité du CNPE de Flamanville d'après l'arrêté « évaluation » du 25 janvier 2010 modifié.....	86
Tableau 4.ee :	Éléments de qualités biologiques mesurés lors de la surveillance de l'environnement aquatique à proximité du CNPE de Flamanville d'après l'arrêté « évaluation » du 25 janvier 2010 modifié.....	86
Tableau 4.ff :	Débits de rejet et coefficients de dilution retenus pour l'évaluation	92
Tableau 4.gg :	Substances dont la concentration maximale ajoutée en mer est négligeable devant la teneur moyenne dans le milieu	93
Tableau 4.hh :	Concentrations moyennes et maximales en ammonium	96
Tableau 4.ii :	Concentrations moyennes et maximales en phosphates	96
Tableau 4.jj :	Concentrations moyennes et maximales en nitrates	97
Tableau 4.kk :	Concentrations moyennes en hydrazine.....	98
Tableau 4.ll :	Calcul de l'indice de risque pour l'hydrazine avec une PNEC statistique – Approche moyenne	98
Tableau 4.mm :	Concentrations maximales en hydrazine	99
Tableau 4.nn :	Calcul de l'indice de risque pour l'hydrazine avec une PNEC statistique – Approche maximale.....	99
Tableau 4.oo :	Concentrations moyennes en éthanolamine.....	100
Tableau 4.pp :	Concentrations maximales en éthanolamine	100
Tableau 4.qq :	Concentrations moyennes des produits de dégradation de l'éthanolamine	101
Tableau 4.rr :	Concentrations maximales des produits de dégradation de l'éthanolamine.....	102
Tableau 4.ss :	Concentrations moyennes en détergents	102
Tableau 4.tt :	Concentrations maximales en détergents.....	103
Tableau 4.uu :	Synthèses des résultats des tests écotoxicologiques réalisés sur les effluents électrochlorés du CNPE de Gravelines en 2017	104
Tableau 4.vv :	Concentrations moyennes en bromoforme	106

Tableau 4.ww :	Concentrations maximales en bromoforme	106
Tableau 4.xx :	Concentrations moyennes des anti-incrustants	108
Tableau 4.yy :	Concentrations maximales des anti-incrustants	109
Tableau 4.zz :	Historique des dragages du canal d'aménée du site de Flamanville.....	111
Tableau 4.aaa :	Modalités de contrôle des paramètres chimiques des effluents des réservoirs T, S et Ex.....	117
Tableau 4.bbb :	Techniques de mesure et limites de quantification	118
Tableau 4.ccc :	Surveillance des effluents en sortie de station de déminéralisation et d'unité de dessalement.....	119
Tableau 4.ddd :	Limites de quantification des méthodes de mesure utilisées.....	120
Tableau 4.eee :	Surveillance des effluents issus des purges des circuits de refroidissement des réacteurs 1, 2 et 3, pendant les périodes de traitement biocide	121
Tableau 4.fff :	Limites de quantification des méthodes de mesure utilisées.....	121
Tableau 4.ggg :	Modalités de contrôle des paramètres chimiques des effluents en sortie de STEP	122
Tableau 4.hhh :	Techniques de mesure et limites de quantification	122
Tableau 4.iii :	Modalités de contrôle des paramètres chimiques des effluents en sortie des émissaires SEO.....	123
Tableau 4.jjj :	Techniques de mesure et limites de quantification	123
Tableau 4.kkk :	Modalités de contrôle des paramètres chimiques des effluents en sortie des déshuileurs	124
Tableau 4.lll :	Programme de surveillance de l'environnement aquatique du site de Flamanville	126
Tableau 4.mmm :	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts pour les consommations et les rejets chimiques par voie liquide	129

FIGURES

Figure 4.a :	Localisation du site de Flamanville sur le bassin Seine-Normandie (Sources http://www.eau-seine-normandie.fr/ et http://carto.geo-ide.application.developpement-durable.gouv.fr)	10
Figure 4.b :	Vue aérienne du site de Flamanville ©EDF	11
Figure 4.c :	Hydrographie aux abords du site et localisation des points de prélèvements.....	12
Figure 4.d :	Régime lissé de la température à la prise d'eau du site de Flamanville [1988-2019]	17
Figure 4.e :	Évolution des moyennes interannuelles de la température à la prise d'eau du site de Flamanville [1988-2019]	18
Figure 4.f :	Campagne de thermographies aériennes du 7 septembre 2016 au coefficient de marée 62 autour de PM + 3 h (gauche) et PM – 4 h (droite)	23
Figure 4.g :	Thermographies aériennes du 15 mars (haut gauche à PM – 3 h 30 et droite à PM + 1 h, coef. 43) du 17 mars (bas gauche à PM – 3 h, coef. 79) et du 18 mars 2011 (bas droite à PM + 5 h, coef. 88).....	24
Figure 4.h :	Comparaison entre les résultats numériques (à gauche) et la thermographie aérienne réalisée lors du vol 1 (à droite), marée réelle coefficient 62, instant PM + 3 h	26

Figure 4.i :	Comparaison entre les résultats numériques (à gauche) et la thermographie aérienne réalisée lors du vol 2 (à droite), marée réelle coefficient 62, instant PM – 4 h	27
Figure 4.j :	Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45) en champ proche	28
Figure 4.k :	Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95) en champ proche	29
Figure 4.l :	Évolution temporelle de l'échauffement maximal sur la verticale à 50 m de R1 et de R2 (haut gauche) et à 500 m des rejets R1-R2 (haut droite), échauffement en surface à PM + 2 h (milieu gauche) et coupes verticales à 50 m de R1 et 50 m de R2 à PM + 2 h (milieu droite), échauffement en surface à PM + 3 h 30 (bas gauche) et coupe verticale à 500 m des rejets R1-R2 à PM + 3 h 30 (bas droite) - Fonctionnement normal à 2 réacteurs, marée de morte-eau moyenne (coefficient 45)	33
Figure 4.m :	Évolution temporelle de l'échauffement maximal sur la verticale à 50 m de R1 et de R2 (haut gauche) et à 500 m des rejets R1-R2 (haut droite), échauffement en surface à PM + 8 h 30 (milieu gauche) et coupes verticales à 50 m de R1 et 50 m de R2 à PM + 8 h 30 (milieu droite), échauffement en surface à PM + 8 h 30 (bas gauche) et coupe verticale à 500 m des rejets R1-R2 à PM + 8 h 30 (bas droite) - Fonctionnement normal des réacteurs 1 et 2, marée de vive-eau moyenne (coefficient 95)	35
Figure 4.n :	Surfaces sur lesquelles l'échauffement dépasse 1°C (en vert) ou 2°C (en rouge) à un moment au cours de la marée, pour les différentes conditions de marée	37
Figure 4.o :	Zones de clapage des sédiments du canal d'amenée	45
Figure 4.p :	Localisation des points de prélèvements des échantillons de sédiments du canal d'amenée de Flamanville	47
Figure 4.q :	Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45) en champ proche	59
Figure 4.r :	Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95) en champ proche	60
Figure 4.s :	Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de morte-eau exceptionnelle (coefficient 30) en champ proche	61
Figure 4.t :	Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de vive-eau exceptionnelle (coefficient 110) en champ proche	61
Figure 4.u :	Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45) en champ proche	62
Figure 4.v :	Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95) en champ proche	63
Figure 4.w :	Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45) en champ proche	64
Figure 4.x :	Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95) en champ proche	64
Figure 4.y :	Évolution temporelle de l'échauffement maximal sur la verticale à 50 m de R1, R2 et R3 (haut gauche) et à 500 m des rejets R1-R2-R3 (haut droite), échauffement en surface à PM + 2 h 45 (milieu gauche) et coupes verticales à 50 m de R1, de R2 et de R3 à PM + 2 h 45 (milieu droite), échauffement en surface à PM + 3 h 30 (bas gauche) et coupe verticale à 500 m des rejets R1-	

	R2-R3 à PM + 3 h 30 (bas droite) - Fonctionnement normal à 3 réacteurs, marée de morte-eau moyenne (coefficient 45)	69
Figure 4.z :	Évolution temporelle de l'échauffement maximal sur la verticale à 50 m de R1, R2 et R3 (haut gauche) et à 500 m des rejets R1-R2-R3 (haut droite), échauffement en surface à PM + 2 h 30 (milieu gauche) et coupes verticales à 50 m de R1, de R2 et de R3 à PM + 2 h 30 (milieu droite), échauffement en surface à PM + 3 h (bas gauche) et coupe verticale à 500 m des rejets R1-R2-R3 à PM + 3 h (bas droite) - Fonctionnement normal à 3 réacteurs, marée de vive-eau moyenne (coefficient 95)	71
Figure 4.aa :	Surfaces sur lesquelles l'échauffement dépasse 1°C (en vert) ou 2°C (en rouge) à un moment au cours de la marée, pour les différentes conditions de marée	73
Figure 4.bb :	Surfaces sur lesquelles l'échauffement dépasse 1°C (en vert) ou 2°C (en rouge) à un moment au cours de la marée, pour les différentes conditions de marée	75
Figure 4.cc :	Localisation des stations de prélèvements pour la surveillance hydroécologique du site de Flamanville.....	81
Figure 4.dd :	Démarche générale de l'évaluation de l'impact des rejets chimiques liquides substance par substance	88

P RÉSENTATION DU CHAPITRE 4

Ce chapitre a pour objectif d'étudier les interactions du réacteur 3 du site de Flamanville au regard des sensibilités mises en évidence vis-à-vis de la thématique « Eaux de surface », c'est-à-dire la Manche et les cours d'eau la Diélette, le Petit Douet et le Grand Douet. Toutefois dans la mesure où les interactions des réacteurs 1, 2 et 3 sont de même nature, l'ensemble des interactions du site est étudié en dissociant le cas échéant, les spécificités liées au réacteur 3.

Le chapitre est organisé comme suit :

- [§ 4.1](#) : un scénario de référence de l'environnement aquatique au droit du site de Flamanville ;
- [§ 4.2](#) : une analyse des incidences sur l'hydrologie, la température des eaux de surface, la qualité des eaux de surface et la morphosédimentologie ;
- [§ 4.3](#) : les différentes modalités de surveillance de l'environnement aquatique ;
- [§ 4.4](#) : les mesures d'évitement et de réduction de l'impact liées au Projet ;
- [§ 4.5](#) : une description des méthodes utilisées ;
- [§ 4.6](#) : une conclusion.

4.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

4.1.1. CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

Le site de Flamanville est situé au bord de la Manche, au pied des falaises granitiques au nord-ouest de la presqu'île du Cotentin, dans le département de la Manche, en région Basse-Normandie (Cf. [Figure 4.a](#)). Le site se trouve sur le territoire de la commune de Flamanville, canton des Pieux.

Le site de Flamanville fait partie du bassin versant « Seine-Normandie ».

Le littoral ouest du Cotentin est formé d'une alternance de falaises taillées dans la roche ou dans les coulées de solifluxion (head) et de cordons sableux interrompus par des havres, par exemple les havres de Carteret, Portbail, Surville, Geffosses, Blainville, ou Regnéville. Souvent des zones marécageuses se développent en arrière des massifs dunaires côtiers. Les secteurs rocheux sont plus développés au Nord : presqu'île de la Hague, pointe du Rozel, cap de Flamanville, falaises de Carteret, et plus discrets au Sud : pointes de Granville et de Champeaux¹.



Figure 4.a : Localisation du site de Flamanville sur le bassin Seine-Normandie (Sources <http://www.eau-seine-normandie.fr/> et <http://carto.geo-ide.application.developpement-durable.gouv.fr>)

¹ Larsonneur, C. 1982. Le Golfe Normand-Breton : synthèse sédimentologique.

Le site de Flamanville prélève de l'eau de la Manche dans le canal d'aménée construit sur le littoral et protégé de l'agitation par deux digues (Cf. [Figure 4.b](#)). Les rejets sont réalisés en mer par trois galeries sous-marines (une par réacteur).



Figure 4.b : Vue aérienne du site de Flamanville ©EDF

Le site de Flamanville prélève de l'eau douce dans trois cours d'eau côtiers :

- La Diélette (Cf. [Figure 4.c](#)).
- Le Petit Douet (Cf. [Figure 4.c](#)).
- Le Grand Douet (Cf. [Figure 4.c](#)).

4.1.2. HYDROLOGIE

4.1.2.1. HYDROLOGIE CONTINENTALE

Le réseau hydrographique régional est dense et fragmenté. Il est composé de multiples petits bassins versants côtiers se jetant dans la Manche (Cf. [Figure 4.c](#)).

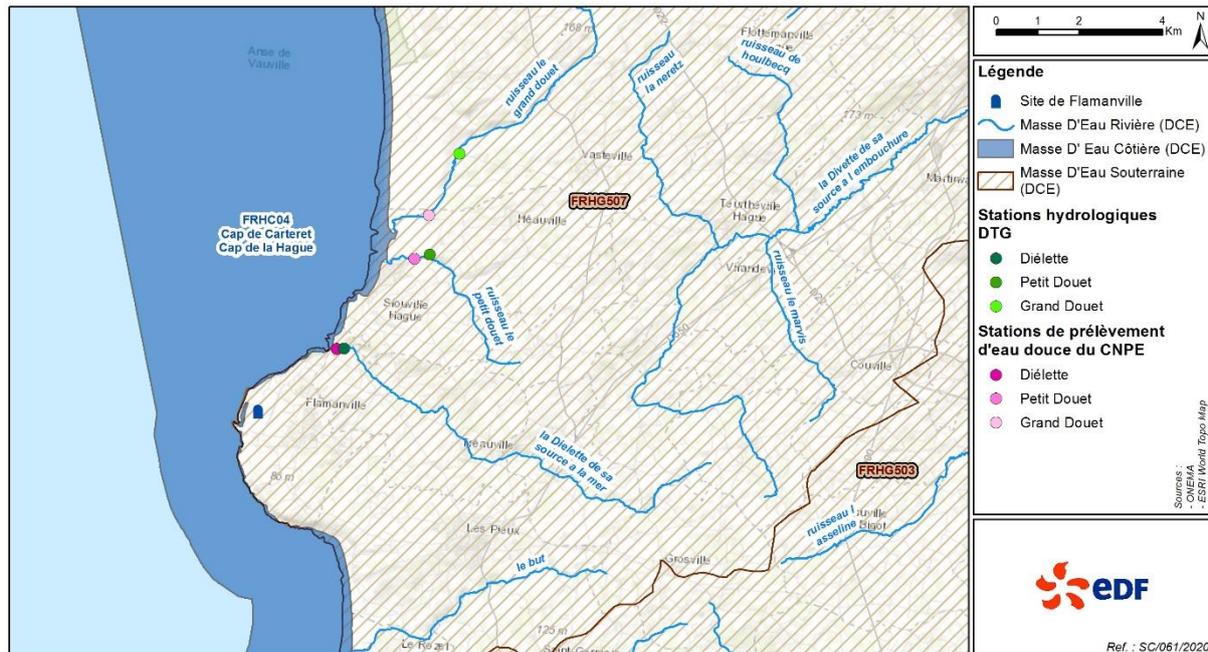


Figure 4.c : Hydrographie aux abords du site et localisation des points de prélèvements

Près du site de Flamanville, de nombreux cours d'eau sont à signaler, notamment :

- Au nord du site : la Diélette, le Petit Douet, le Grand Douet.
- Au sud du site : le But (à noter que le site n'effectue aucun prélèvement dans ce cours d'eau).

La Diélette est un fleuve côtier court (12,6 km de linéaire) qui prend sa source dans les collines de Grosvilles, près du lieu-dit La Commanderie. La surface du bassin versant de la Diélette est d'environ 39,1 km². La Diélette se jette dans la Manche dans le port de Diélette à environ 1,5 km au nord du site. La Diélette aux abords de la prise d'eau est classée en listes I et II selon l'arrêté du 4 décembre 2012².

² L'article L. 214-17 du code de l'environnement prévoit une procédure de classement des cours d'eau de chaque bassin versant hydrographique en 2 listes : liste I (L. 214-17-1-1°) et liste II (L. 214-17-1-2°) :
L'objectif du **classement en liste I** est la préservation des milieux aquatiques contre toute nouvelle segmentation longitudinale et/ou transversale de cours d'eau. À ce titre, le classement en liste I conduit à interdire la construction d'ouvrages nouveaux faisant obstacle à la continuité écologique.
L'objectif du **classement en liste II** est l'amélioration du fonctionnement écologique des cours d'eau. Il ne s'agit pas de rendre au cours d'eau son état naturel d'origine mais de rétablir des fonctions écologiques et hydrologiques à un niveau permettant l'atteinte des objectifs de la directive européenne cadre sur l'eau.

Les débits disponibles sont mesurés par la DTG (Division Technique Générale) d'EDF sur la période [2002-2019]. Cette station est située à environ 1,7 km au nord du site de Flamanville et à environ 100 m en amont (en linéaire de cours d'eau) de la station de prélèvement d'eau douce du site (Cf. [Figure 4.c](#)).

Les débits de la Diélette pour une période de référence de 2002 à 2019, à la station DTG sont :

- 554 L/s pour le module annuel ;
- 180 L/s pour le QMNA5 (débit moyen mensuel minimum de fréquence de retour cinq ans) ;
- 3 985 L/s pour les crues décennales.

Les débits moyens mensuels interannuels sont présentés dans le [Tableau 4.a](#).

Tableau 4.a : Débits moyens mensuels interannuels de la Diélette à la station DTG sur la période [2002-2019]

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Débit moyen mensuel (L/s)	952	969	811	552	460	355	286	256	230	326	574	832

Le Petit Douet est un fleuve côtier très court (5,2 km de linéaire) qui prend sa source à Héauville. La surface du bassin versant du Petit Douet est de 12,1 km². Le Petit Douet se jette dans la Manche au nord de Siouville-Hague, à environ 4 km au nord du site. Le Petit Douet n'est pas classé en liste I ou II selon l'arrêté du 4 décembre 2012.

Les débits disponibles sont mesurés par la DTG, sur la période [2002-2019]. Cette station est située à environ 4,5 km au nord-est du site de Flamanville et à environ 380 m en amont (en linéaire de cours d'eau) de la station de prélèvement d'eau douce du site (Cf. [Figure 4.c](#)).

Les débits du Petit Douet pour une période de référence de 2002 à 2019, à la station DTG sont :

- 163 L/s pour le module annuel ;
- 47 L/s pour le QMNA5 (débit moyen mensuel minimum de fréquence de retour cinq ans) ;
- 2 773 L/s pour les crues décennales.

Les débits moyens mensuels interannuels sont présentés dans le [Tableau 4.b](#).

Tableau 4.b : Débits moyens mensuels interannuels du Petit Douet à la station DTG sur la période [2002-2019]

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Débit moyen mensuel (L/s)	290	287	230	154	119	91	73	64	59	88	186	292

Le Grand Douet est un fleuve côtier court (10,1 km de linéaire) issu du ruisseau des Sablons. La surface du bassin versant du Grand Douet est de 18,9 km². Le Grand Douet se jette dans la Manche au nord de Siouville-Hague, à environ 5 km au nord du site. Le Grand Douet n'est pas classé en liste I ou II selon l'arrêté du 4 décembre 2012.

Les débits disponibles sont mesurés par la DTG, sur la période [2002-2019]. La station de mesure est située à environ 7 km au nord-est du site de Flamanville et à environ 1,8 km en amont (en linéaire de cours d'eau) de la station de prélèvement d'eau douce du site (Cf. [Figure 4.c](#)).

Les débits du Grand Douet pour une période de référence de 2002 à 2019, à la station DTG sont :

- 301 L/s pour le module annuel ;
- 53 L/s pour le QMNA5 (débit moyen mensuel minimum de fréquence de retour cinq ans) ;
- 3 186 L/s pour les crues décennales.

Les débits moyens mensuels interannuels sont présentés dans le [Tableau 4.c](#).

Tableau 4.c : Débits moyens mensuels interannuels du Grand Douet à la station DTG sur la période [2002-2019]

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Débit moyen mensuel (L/s)	660	602	414	195	147	107	92	80	78	147	406	718

Le But est un petit fleuve côtier court (7,7 km de linéaire) qui prend sa source au manoir du But sur la commune de Saint-Germain-le-Gaillard. Il se jette dans la Manche dans l'anse de Sciottot, à environ 5 km au sud du site de Flamanville. Aucune donnée hydrologique n'est disponible sur ce cours d'eau. À noter que le site de Flamanville n'effectue pas de prélèvements dans ce cours d'eau.

4.1.2.2. OCÉANOGRAPHIE

4.1.2.2.1. Niveau de marées

La marée est caractérisée par le flot (courant généré par la marée montante), le jusant (courant créé par la marée descendante) et l'étale (intervalle de temps pendant lequel le niveau de la mer reste sensiblement stationnaire).

À Flamanville, la marée est de type semi-diurne. Le port de référence représentatif du site est le port de Diélette.

Les caractéristiques de la marée au port de Diélette sont présentées dans le [Tableau 4.d](#).

Tableau 4.d : Niveaux de marées au port de Diélette³

Conditions de marée astronomique	Coefficient de marée	Niveau Pleine Mer (m CM)	Niveau Basse Mer (m CM)
Marée de Vive-Eau ⁴ exceptionnelle	120	10,86	0,17
Marée de Vive-Eau moyenne	95	9,75	1,30
Marée de Morte-Eau ⁵ moyenne	45	7,50	3,55

³ SHOM : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine ; SHOM. 2020. Références Altimétriques Maritimes : Ports de France métropolitaine et d'outre-mers.

⁴ Vive-eau : marée d'amplitude maximum correspondant aux périodes de pleine et de nouvelles lunes.

⁵ Mortes-eaux : périodes au cours desquelles l'amplitude de la marée est particulièrement faible.

4.1.2.2.2. Courants

4.1.2.2.2.1. Courants généraux

Les courants généraux en Manche appartiennent au système Nord Atlantique du Gulf Stream. Une branche de celui-ci pénètre directement dans la Manche avec une direction est/nord-est puis dans la Mer du Nord.

Dans un article de synthèse⁶, les auteurs ont calculé les trajectoires moyennes des particules d'eau dans la Manche. Le transport général est dirigé vers le Pas-de-Calais et la Mer du Nord. Cependant les particules, sur quelques cycles de marée, ont souvent des trajectoires oscillantes ou circulaires appelées « gyres » (par exemple autour des îles Anglo-Normandes : le tourbillon de Barfleur). Ces tourbillons tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et tendent à devenir alternatifs⁷ quand on se rapproche de la côte.

La masse d'eau « Cap de Carteret – La Hague » est marquée par son hydrodynamisme : les courants de marée y sont parmi les plus violents d'Europe (supérieur à 2 nœuds sur toute la zone et pouvant aller jusqu'à 10 nœuds au Cap de La Hague) et les tempêtes hivernales y génèrent des houles d'amplitudes peu banales (pouvant atteindre une dizaine de mètres). Cet hydrodynamisme permet un brassage très important de cette masse d'eau⁸.

4.1.2.2.2.2. La houle

L'hydrodynamisme important du Golfe Normand-Breton se traduit, en plus d'une vitesse de marée élevée, par une puissance de houle élevée. Les houles les plus fortes de Normandie s'observent sur l'Ouest Cotentin à la station Flamanville. La houle maximale annuelle ($H_{max.a}$) y est de 6,1 m (soit une hauteur significative H_s de 3,8 m). H_d correspond à la houle décennale : sa hauteur est de 8,4 m. La houle centennale enfin (H_c) est haute de plus de 10 m.

4.1.3. RÉGIME THERMIQUE MARIN

L'analyse des variations naturelles du régime thermique marin du site de Flamanville est menée pour deux échelles de temps différentes, afin de prendre en compte les variations de températures à différentes échelles de temps caractéristiques :

- Variabilité saisonnière (régime thermique annuel).
- Variabilité interannuelle.

Les données disponibles exploitées dans le cadre de ce chapitre sont issues de la chronique des températures mesurées à l'entrée condenseur (prise d'eau) du site de Flamanville sur la période [1988-2019]. Ces données couvrent une période suffisamment longue et permettent l'exploitation statistique des valeurs de la température à la prise d'eau.

Ces données sont complétées par des mesures de température en surface par thermographie aérienne infrarouge réalisées tous les 5 ans (les dernières datant de septembre 2016) et par une étude de modélisation numérique du panache thermique des réacteurs 1 et 2 qui a été mise à jour en 2020. Les résultats de ces différents suivis sont présentés dans les paragraphes ci-dessous.

⁶ Salomon, J.C et Breton, M. 1993. An atlas of long-term currents in the Channel.

⁷ Courant alternatif : direction invariable pendant une demi-marée puis direction opposée pendant l'autre demi-marée.

⁸ Larsonneur, C. 1982. Le Golfe Normand-Breton : synthèse sédimentologique.

4.1.3.1. VARIATIONS NATURELLES DES TEMPÉRATURES À DIFFÉRENTES ÉCHELLES DE TEMPS

Le site de Flamanville est situé en Normandie, sur le bord de la Manche, dans la partie nord-ouest de la presqu'île du Cotentin. Les eaux échauffées sont rejetées dans un milieu caractérisé par de forts courants de marée et par des hauteurs d'eau importantes (fonds situés à 10 m sous le niveau des plus basses eaux). Les courants de marée dans cette zone sont importants, alternatifs et suivent le trait de côte. Le site est soumis à un régime de marée de type semi-diurne.

L'eau de refroidissement nécessaire au site est pompée via le canal d'aménée construit sur le littoral. La température de l'eau de mer au niveau de cette prise d'eau (entrée condenseur) fait l'objet d'un suivi par le site de Flamanville (Cf. [Tableau 4.e](#)).

4.1.3.1.1. Variations annuelle et saisonnière

L'analyse statistique des variations de température à l'échelle annuelle est présentée sur la base des données disponibles en valeur maximale journalière sur la période [1988-2019] (Cf. [Tableau 4.e](#)).

Durant la période hivernale et notamment durant le mois de février, les températures en mer sont les plus froides alors que la période estivale est la plus chaude. Sur la période [1988-2019], le mois d'août et le mois de septembre sont les mois les plus chauds.

Tableau 4.e : Valeurs caractéristiques de la température à la prise d'eau du site de Flamanville sur la période [1988-2019]

Température prise d'eau	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Minimum (°C)	7,0	6,5	6,9	7,0	9,4	11,5	13,9	15,9	14,8	12,4	10,0	8,6	6,5
Moyenne mensuelle (°C)	9,8	9,0	9,3	10,4	12,3	14,5	16,7	17,9	17,5	16,0	13,6	11,4	13,2
Maximum (°C)	12,1	11,2	11,0	12,8	14,6	16,9	18,9	19,4	19,1	18,4	16,6	14,1	19,4
Médiane	9,8	9,1	9,4	10,5	12,3	14,5	16,7	17,9	17,6	16,1	13,6	11,3	13,0

Les variations saisonnières au cours d'une année-type ont été approchées par construction du régime lissé des températures à la prise d'eau, sur la base de ces 32 années de mesure.

Le régime lissé correspond à l'analyse statistique des températures journalières mesurées sur une période donnée. Il se traduit par un graphique présentant, pour une année-type, les courbes d'évolution des températures pour différentes probabilités d'occurrence. Chaque courbe de la [Figure 4.d](#) indique le niveau des températures non dépassées un certain pourcentage du temps, selon la date de l'année. La [Figure 4.d](#) présente ainsi les courbes de probabilité d'atteinte de température pour un jour donné correspondant à 10 %, 25 %, 50 %, 75 % et 90 %, ainsi que les maxima et minima historiques sur la période [1988-2019].

La température moyenne annuelle de la Manche au niveau de la prise d'eau du site pour les 32 années de mesures s'élève à 13,2°C. La valeur moyenne mensuelle est de 17,9°C au mois d'août et 9,0°C au mois de février. Sur la période [1988-2019], le percentile 90 est de 17,7°C, ce qui signifie que 90 % du temps, la température de l'eau est inférieure à 17,7°C.

Le maxima relevé est de 19,4°C, le 7 août 2014. Le minima relevé est de 6,5°C, le 11 février 2010.

Sur les mois les plus chauds (de juillet à septembre), la température moyenne de l'eau de mer est de 17,4°C et le percentile 90 est de 18,4°C. Pour les mois les plus froids (de janvier à mars), la température moyenne de l'eau est de 9,4°C et le percentile 90 est de 10,5°C.

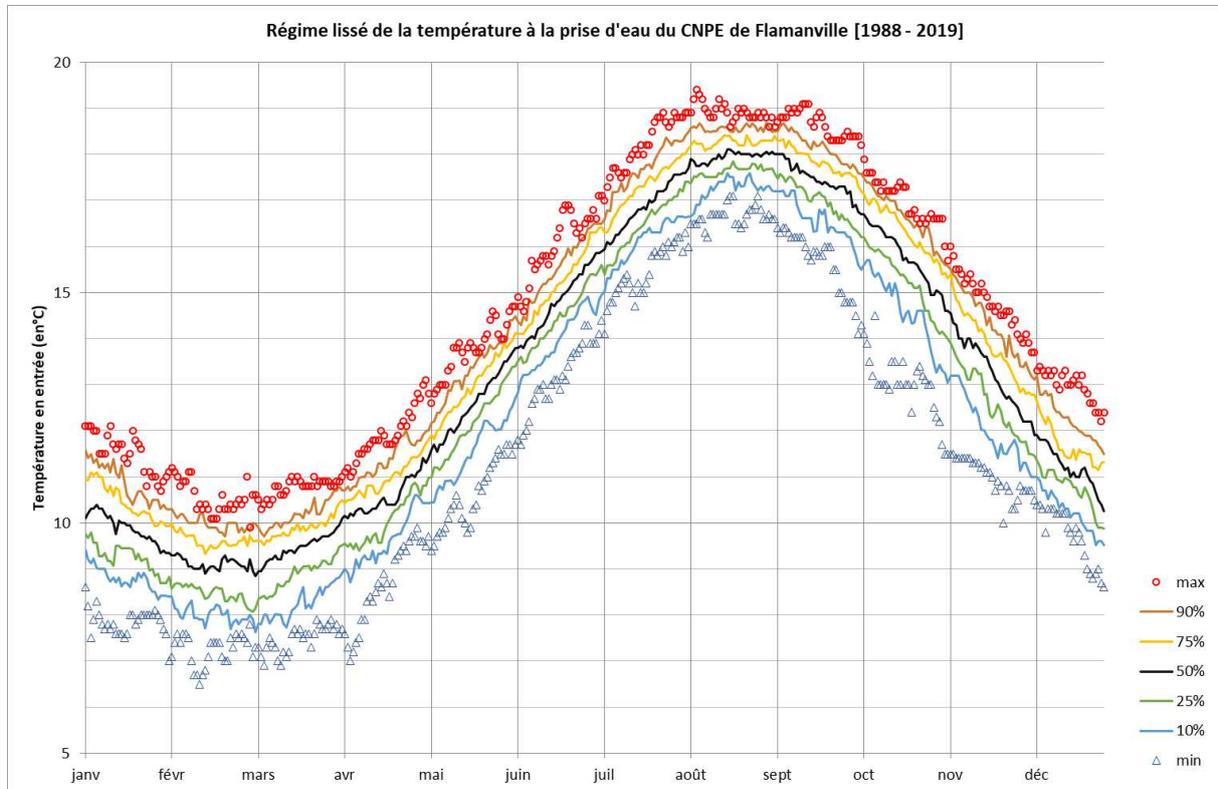


Figure 4.d : Régime lissé de la température à la prise d'eau du site de Flamanville [1988-2019]

4.1.3.1.2. Variation interannuelle

La moyenne des températures au niveau de la prise d'eau du site de Flamanville sur la période [1988-2019] est de 13,2°C. L'année la plus chaude de la chronique est l'année 2014 avec une valeur moyenne annuelle de 14,2°C.

Sur la période concernée [1988-2019], on observe une légère augmentation de la température moyenne annuelle de la mer à la prise d'eau. En effet, si on compare les valeurs moyennes interannuelles sur deux sous-périodes équivalentes [1988-2003] et [2004-2019], on constate que la température moyenne annuelle passe de 13,0°C sur la période [1988-2003] à 13,5°C sur la période [2004-2019], soit une augmentation de 0,5°C entre les deux périodes (Cf. [Figure 4.e](#)).

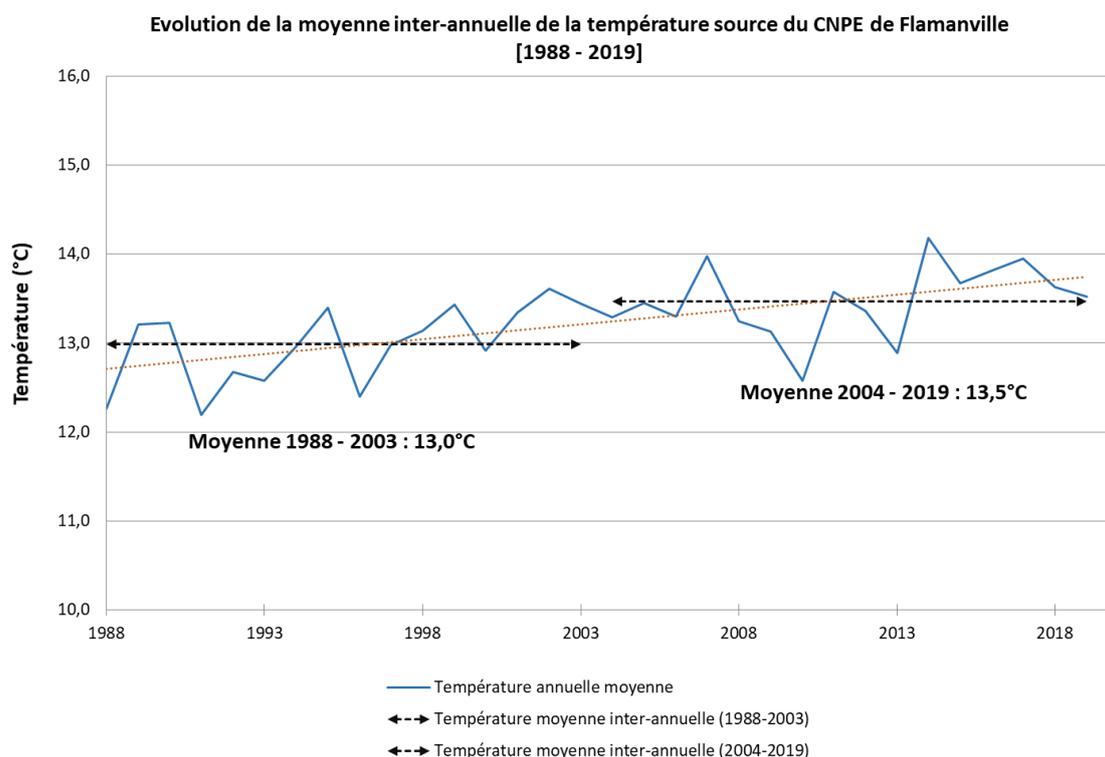


Figure 4.e : Évolution des moyennes interannuelles de la température à la prise d'eau du site de Flamanville [1988-2019]

4.1.3.1.3. Conclusion sur les variations temporelles naturelles du régime thermique marin

Le régime thermique marin aux abords du site de Flamanville est caractérisé par des variations temporelles influencées par les conditions naturelles de la Manche.

Le bilan de l'analyse de la chronique des températures mesurées à la prise d'eau sur la période [1988-2019] est le suivant :

- La température de la mer présente une variation saisonnière avec une température moyenne en août de 17,9°C (mois le plus chaud) et de 9,0°C en février (mois le plus froid), et une plage de valeurs délimitée par des extrêmes mesurés variant de 6,5°C à 19,4°C.
- L'analyse des variations interannuelles observées sur la période [1988-2019] montre une tendance en légère hausse : entre la période [1988-2003] et la période [2004-2019], la température moyenne annuelle a augmenté de 0,5°C, ce qui représente une augmentation moyenne d'environ 0,3°C par période de 10 ans.

4.1.3.2. VARIATIONS DE TEMPÉRATURE LIÉES AUX REJETS DES RÉACTEURS 1 ET 2 DU SITE DE FLAMANVILLE

Les eaux des circuits de refroidissement des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville sont rejetées en mer via des galeries de rejet sous-marines. La description des ouvrages de rejet est donnée au [Paragraphe 2.2.5.1 du Chapitre 2](#) ainsi qu'en [Annexe 1](#). Les ouvrages de rejet des réacteurs 1 et 2 sont distants d'environ 250 m.

Les variations de température liées aux rejets des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville peuvent être analysées à partir du retour d'expérience du suivi des paramètres thermiques ainsi que lors de campagnes de thermographies aériennes et à l'aide d'un modèle numérique permettant de simuler précisément la dispersion du panache thermique.

4.1.3.2.1. Bilan des rejets thermiques des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville

Les rejets thermiques du site dépendent principalement du fonctionnement du site et de la température de l'eau de la mer. Ils sont caractérisés via le bilan du retour d'expérience du suivi des paramètres thermiques selon les limites en vigueur dans la décision de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (échauffement, température de rejet et température au-delà d'un rayon de 50 m autour des points de rejet, Cf. [Paragraphe 4.2.2.1](#)).

Les données utilisées pour cette analyse sont issues des bases de données permettant de capitaliser ce suivi quotidien des paramètres de rejets thermiques. Le bilan des rejets thermiques reprend les données analysées sur une période de 10 ans de 2010 à 2019, sur la base des valeurs maximales journalières.

- **Bilan du retour d'expérience sur la période [2010-2019]**

Le [Tableau 4.f](#) présente le bilan statistique des échauffements calculés, températures calculées aux rejets et en mer à 50 m des rejets, en valeurs maximales journalières, sur l'ensemble de la période [2010-2019]. Dans ce bilan, les périodes d'arrêt des réacteurs et les situations particulières d'exploitation ont été exclues.

Tableau 4.f : Bilan statistique des échauffements, températures de rejet et des températures en mer à 50 m, sur l'ensemble de la période [2010-2019] – Site de Flamanville

Occurrence (valeur non dépassée x % du temps)	Échauffement calculé (°C)		Température de rejet (°C)		Température à 50 m (°C)	
	Réacteur 1	Réacteur 2	Réacteur 1	Réacteur 2	Réacteur 1	Réacteur 2
Minimum	0,1	1,5	8,5	11,7	8,5	13,5
10 %	12,6	12,1	22,1	22,1	16,3	16,3
25 %	12,8	12,9	23,4	23,3	17,6	17,6
50 %	12,9	13,0	26,0	25,8	20,2	20,1
Moyenne	12,7	12,7	26,2	26,1	20,5	20,4
75 %	13,0	13,1	29,4	29,1	23,8	23,6
95 %	13,1	13,1	31,2	31,2	25,4	25,4
98 %	13,3	13,1	31,5	31,6	25,7	25,8
Maximum	14,9	14,8	32,7	32,4	26,4	26,6
Limites décisions ASN	15°C		30°C (du 1 ^{er} novembre au 31 mai) / 35°C (du 1 ^{er} juin au 31 octobre)		30°C	

- **Échauffement au rejet**

L'échauffement au rejet est calculé à partir de la puissance électrique et du débit des prélèvements d'eau de mer des pompes d'aspiration de chaque réacteur. Il est suivi en continu. Les valeurs d'échauffement utilisées sont des valeurs maximales journalières.

Sur la période d'analyse, les échauffements journaliers sont :

- du même ordre de grandeur pour le réacteur 1 et le réacteur 2,
- très stables, avec des valeurs d'échauffement de l'ordre de 13°C pendant plus de 75 % du temps.

- **Température au rejet**

La température au rejet est la somme de l'échauffement maximal journalier calculé et de la température maximale journalière à la prise d'eau.

Les valeurs statistiques des températures au rejet sont présentées dans le [Tableau 4.g](#) :

Tableau 4.g : Valeurs caractéristiques et statistiques des températures calculées aux rejets du site de Flamanville pour les périodes du 1er novembre au 31 mai et du 1er juin au 31 octobre – Période [2010-2019]

Occurrence (valeur non dépassée x % du temps)	Température calculée au rejet (°C)			
	Réacteur 1		Réacteur 2	
	Du 01/11 au 31/05	Du 01/06 au 31/10	Du 01/11 au 31/05	Du 01/06 au 31/10
Minimum	8,5	18,1	11,7	18,3
10 %	21,5	27,2	21,5	27,1
25 %	22,5	28,7	22,5	28,5
50 %	23,8	29,8	23,8	29,7
Moyenne	23,9	29,5	23,9	29,4
75 %	25,3	30,6	25,5	30,7
90 %	27,0	31,3	26,9	31,3
95 %	27,8	31,5	27,6	31,6
98 %	28,3	31,6	28,2	31,8
Maximum	29,5	32,7	29,7	32,4
Limites décisions ASN	30°C	35°C	30°C	35°C

Les valeurs maximales atteintes pour les réacteurs 1 et 2 sont, respectivement, de 29,5°C et 29,7°C en période hivernale et de 32,7°C et 32,4°C en période estivale. Les températures en sortie des galeries de rejets ont des valeurs très similaires entre le réacteur 1 et le réacteur 2.

- **Température en mer**

Conformément à la décision individuelle du site de Flamanville, la température en mer à 50 m des rejets est calculée à partir des résultats issus d'un modèle de dispersion des effluents thermiques dont la validité est confirmée périodiquement par des contrôles par thermographie aérienne⁹. Les valeurs caractéristiques et statistiques des températures calculées à 50 m des points de rejet du réacteur 1 et du réacteur 2 du site de Flamanville sont présentées dans le [Tableau 4.a](#).

Tableau 4.h : Valeurs caractéristiques et statistiques des températures calculées à 50 m des points de rejets du site de Flamanville pour les périodes du 1er novembre au 31 mai et du 1er juin au 31 octobre – Période [2010-2019]

Occurrence (valeur non dépassée x % du temps)	Température calculée en mer à 50 m des rejets (°C)			
	Réacteur 1		Réacteur 2	
	Du 01/11 au 31/05	Du 01/06 au 31/10	Du 01/11 au 31/05	Du 01/06 au 31/10
Minimum	8,5	15,8	13,5	16,9
10 %	15,9	21,6	15,9	21,6
25 %	16,6	23,0	16,6	23,0
50 %	17,9	24,3	17,9	24,2
Moyenne	18,1	23,8	18,2	23,9
75 %	19,4	24,9	19,5	25,0
90 %	21,1	25,5	20,9	25,5
95 %	21,9	25,7	21,6	25,8
98 %	22,4	25,8	22,3	26,0
Maximum	23,6	26,4	23,8	26,6
Limites décisions ASN	30°C			

- **Situations particulières d'exploitation**

Comme indiqué au [Paragraphe 4.2.2.2](#), dans le cas de situations particulières d'exploitation (indisponibilité d'une pompe de circulation, nettoyage de la station de pompage), la limite d'échauffement est portée à 21°C. Ces situations particulières sont comptabilisées chaque année par le site (en heures) et ne doivent pas dépasser une durée cumulée de 20 jours par an. Durant la période [2010-2019], les situations particulières d'exploitation ont été identifiées lors de 13 journées au total : pour chacune des cinq années où des situations particulières ont été rencontrées, la durée cumulée des heures de situation particulière est inférieure au jour.

⁹ La température de l'eau de mer à 50 m des rejets (T50m) est calculée comme la somme de la température maximale journalière en entrée de la prise d'eau (Te) et de l'échauffement maximal K issu du modèle numérique de dispersion des effluents thermiques dans un rayon des 50 m autour des rejets (7°C pour le fonctionnement des réacteurs 1 et 2) : T50m = Te + K (en °C).

- **Conclusion sur le bilan des rejets thermiques des réacteurs 1 et 2**

Les résultats du bilan des rejets thermiques associés aux réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville sur la période [2010-2019] mettent en évidence les points suivants :

- L'échauffement au rejet est en moyenne de 12,7°C pour les deux réacteurs (hors situation particulière d'exploitation et hors arrêt d'un des réacteurs) pour une limite fixée à 15°C. Il est relativement stable sur la période analysée et très similaire pour les réacteurs 1 et 2.
- La valeur moyenne de la température au rejet est de 23,9°C pour le réacteur 1 et le réacteur 2 en période hivernale (du 1^{er} novembre au 31 mai) et elle est de 29,5°C pour le réacteur 1 et de 29,4°C pour le réacteur 2 en période estivale (du 1^{er} juin au 31 octobre) pour des limites fixées à 30°C et 35°C.
- La valeur moyenne de la température en mer calculée à 50 m des rejets est de 20,5°C pour le réacteur 1 et de 20,4°C pour le réacteur 2. Ses valeurs maximales sont respectivement de 26,4°C pour le réacteur 1 et de 26,6°C pour le réacteur 2 pour une limite fixée à 30°C.

4.1.3.2.2. Variations spatiales de température liées aux rejets des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville

Les variations de température en surface induites par les rejets des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville (ou panache thermique) peuvent être appréhendées à l'aide de campagnes de thermographie infrarouge et d'un modèle numérique. Ces données permettent d'étudier la position du panache pour différentes conditions de marées.

4.1.3.2.2.1. Cartographie aérienne du panache thermique par thermographie infrarouge

Les Thermographies InfraRouges (TIR) donnent une cartographie des échauffements de surface et permettent ainsi de préciser l'étendue et la position du panache thermique à différents instants de la marée. Les échauffements sont également mesurés en quelques points fixes (appelés points de mouillage) où des sondes sont disposées.

Les campagnes de thermographie aérienne infrarouge des rejets d'eau chaude du site de Flamanville sont réalisées tous les cinq ans afin de répondre à la demande règlementaire dans le cadre de la surveillance des rejets thermiques.

- **Thermographie de septembre 2016**

La dernière campagne de thermographie aérienne infrarouge a été réalisée le 7 septembre 2016.

Cette campagne a permis de préciser l'étendue et la position du panache thermique des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville lors d'une marée moyenne (coefficient de marée 62) et d'étudier les conditions de mélange des eaux de rejet avec celles de la Manche. À cette date, les deux réacteurs étaient en fonctionnement à 100 % de puissance.

L'emprise de la zone d'étude est d'environ 4 km de large et 8 km de long ; elle a été ajustée de façon à couvrir le panache en fonction du coefficient de marée et de l'heure de la marée.

Deux passages ont été effectués, le premier à marée descendante (environ 2 à 3 heures après la pleine mer – PM + 3 h) et le second à marée montante (environ 4 à 5 heures avant la pleine mer – PM – 4 h), à 3 altitudes différentes pour une vision complète ou plus détaillée du panache.

De manière générale, ces thermographies montrent un panache s'orientant périodiquement vers le sud, vers le nord ou bien encore vers l'ouest (au moment de la renverse des courants) en fonction des courants de marée.

- *Panache thermique autour de PM + 3 h* (Cf. [Figure 4.f](#) gauche) : les mesures réalisées environ 3 heures après la pleine mer, à marée descendante, montrent une extension du panache assez réduite (environ 2 km) vers le large. Pour ce vol, la dynamique du panache est particulière car elle suit l'instant où le panache se retourne, au moment de la renverse des courants : le panache s'étend vers le nord, parallèlement à la côte (Cf. [Figure 4.f](#) gauche), puis commence juste à se retourner. Les échauffements visibles en surface entre le rejet et la zone peu influencée par les rejets (hors panache) sont d'environ de 4°C.
- *Panache thermique autour de PM – 4 h* (Cf. [Figure 4.f](#) droite) : les mesures réalisées peu après la basse mer, à marée montante, montrent que le panache s'étend vers le sud parallèlement à la côte conformément au courant de marée. A l'image de la thermographie à PM + 3 h, son extension vers le large est assez réduite (environ 1 km) et souligne un bon mélange des eaux de rejet et de la Manche à proximité de la côte. Les échauffements visibles en surface entre le rejet et la zone peu influencée par les rejets (hors panache) sont d'environ de 4° à 5°C.

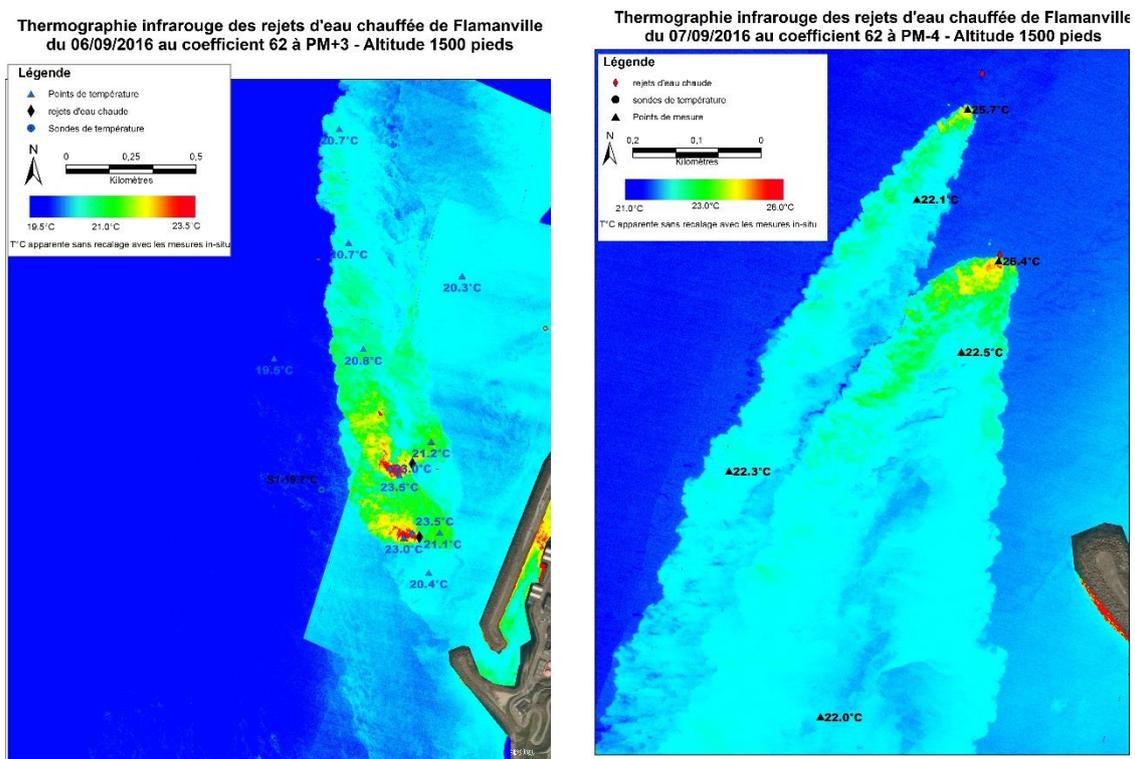


Figure 4.f : Campagne de thermographies aériennes du 7 septembre 2016 au coefficient de marée 62 autour de PM + 3 h (gauche) et PM – 4 h (droite)

- **Thermographies de mars 2011**

La campagne de thermographies aériennes précédente datait de mars 2011 et avait été réalisée pour un faible coefficient de marée (coefficient 43) le 15 mars 2011 (à marée montante autour de PM – 3 h 30 et à marée descendante autour de PM + 1 h) et pour un fort coefficient de marée (coefficient 79 à 88), le 17 mars 2011 à marée montante (autour de PM – 3 h, coefficient 79) et le 18 mars 2011 à marée descendante (PM + 5 h, coefficient 88).

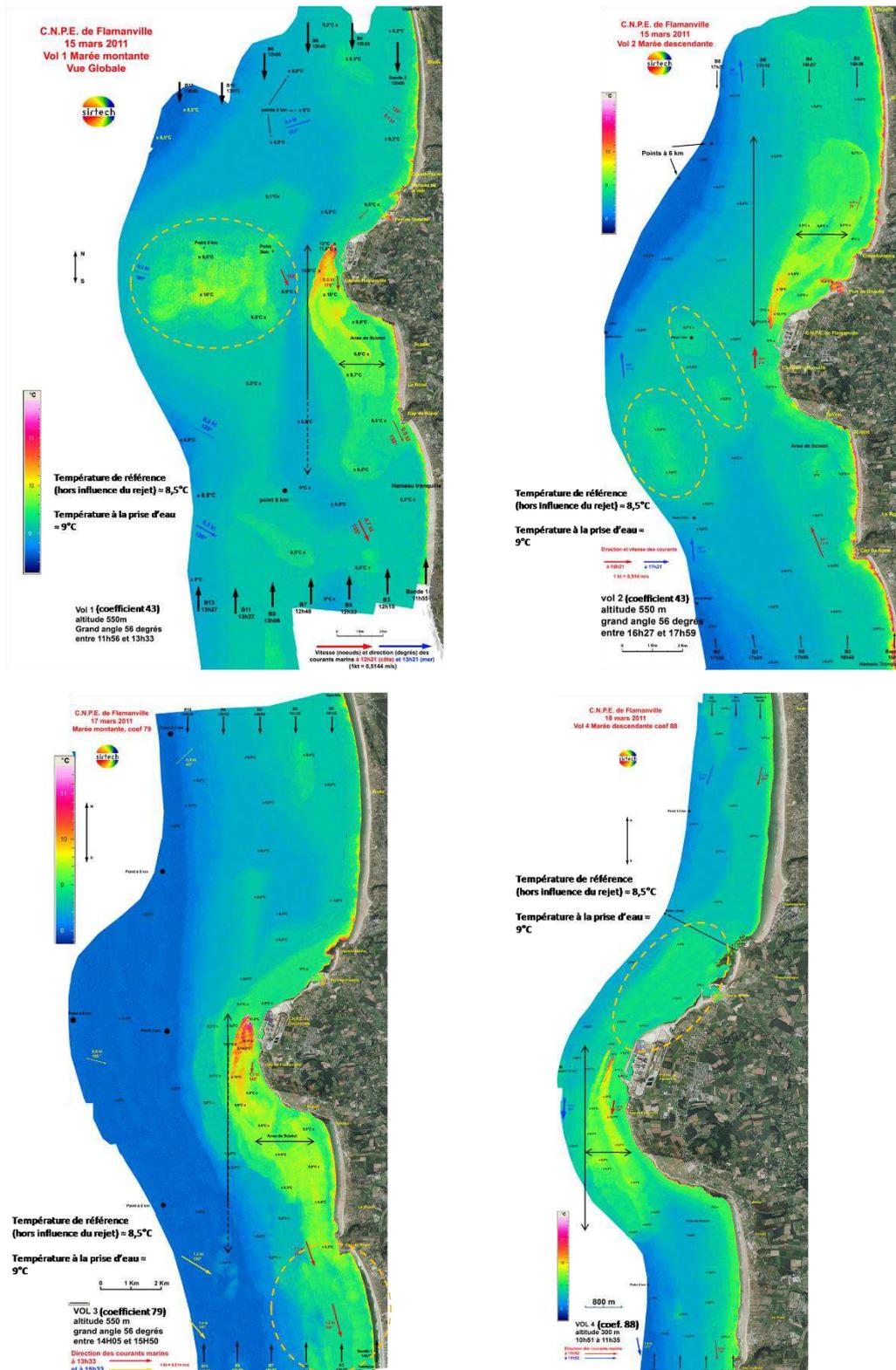


Figure 4.g : Thermographies aériennes du 15 mars (haut gauche à PM – 3 h 30 et droite à PM + 1 h, coef. 43) du 17 mars (bas gauche à PM – 3 h, coef. 79) et du 18 mars 2011 (bas droite à PM + 5 h, coef. 88)

De la même manière, ces thermographies mettent en évidence le panache thermique qui s'étend parallèlement à la côte du fait des courants de marée. L'emprise du panache en surface s'étend sur une distance comprise entre 4 et 9 km au nord/sud (4 km à PM + 5 h pour le plus fort coefficient de marée) et sur 1 à 2 km de large.

Les panaches des deux rejets se confondent en un seul à environ 300-400 m des rejets, excepté le 18 mars 2011, à marée descendante (PM + 5 h) pour un fort coefficient de marée (88), où la thermographie montre que les deux panaches restent bien distincts. Les échauffements visibles en surface entre la prise d'eau et le rejet sont d'environ de 3,5°C.

Pour compléter l'analyse, un modèle numérique 3D a été développé afin de connaître les évolutions du panache des réacteurs 1 et 2 sur l'ensemble du cycle de marée, sur toute la profondeur d'eau et pour différents coefficients de marée. Les résultats numériques obtenus permettent ainsi de simuler l'évolution du panache thermique pour quatre types de marées représentatives des marées observées dans cette zone.

4.1.3.2.2.2. Modélisation tridimensionnelle du panache thermique

L'impact thermique des rejets des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville a été simulé par un modèle numérique tridimensionnel construit et mis à jour en 2020 par EDF R&D à l'aide du logiciel TELEMAC-3D.

Le logiciel d'hydrodynamique TELEMAC-3D permet de modéliser les écoulements à surface libre. Il appartient au système hydro-informatique TELEMAC développé par le Laboratoire National d'Hydraulique et d'Environnement d'EDF R&D depuis 1987.

Les thermographies aériennes de septembre 2016 ont été utilisées pour la validation thermique du modèle. Les résultats du modèle ont également été comparés aux thermographies infrarouges de mars 2011.

Les données bathymétriques utilisées couvrent une zone d'étude d'environ 18 km vers le large et 40 km de long, permettant de couvrir une emprise plus large que celle du panache thermique, en se basant sur les vitesses de courant mesurées.

Les résultats numériques obtenus permettent de simuler l'évolution du panache thermique au cours du cycle de marée, pour quatre coefficients de marée représentatifs des marées observées dans cette zone :

- morte-eau exceptionnelle¹⁰ (coefficient de marée 30) ;
- morte-eau moyenne (coefficient de marée 45) ;
- vive-eau moyenne (coefficient de marée 95) ;
- vive-eau exceptionnelle (coefficient de marée 110).

Les simulations ont été réalisées pour les deux réacteurs en fonctionnement normal à 100 % de puissance avec un débit de rejet de 45 m³/s par réacteur et un échauffement imposé au rejet de 15°C (qui correspond à la limite réglementaire pour les réacteurs 1 et 2).

¹⁰ 80 % du temps, les coefficients de marée sont compris entre les coefficients de morte-eau moyenne et de vive-eau moyenne.

- **Validation du modèle numérique**

Le calage **hydrodynamique** du modèle est réalisé à partir de deux paramètres : les vitesses mesurées en certains points à proximité de la zone d'étude et le marnage¹¹ au niveau d'un port de référence, ici celui de Diélette. La comparaison entre les résultats numériques des simulations de vitesse et de marnage a été réalisée pour les quatre conditions de marée retenues. Le calage du marnage est également réalisé pour la simulation en marée réelle le jour de la campagne du 7 septembre 2016 pour un coefficient de marée 62. Les résultats sont satisfaisants et reproduisent fidèlement l'ensemble des phénomènes physiques modélisés.

La validation **thermique** du modèle est basée sur la comparaison des résultats de calcul aux données de température issues des thermographies aériennes, notamment les données acquises lors des vols du 7 septembre 2016.

Pour cela, des simulations en marées réelles, c'est-à-dire à partir d'une date donnée du calendrier, ont été effectuées pour modéliser la marée correspondant au jour de la réalisation des thermographies aériennes de 2016 (coefficient de marée 62).

Il faut noter que la comparaison directe entre résultats numériques et images issues de la thermographie infrarouge doit être menée très prudemment, sachant que la thermographie saisit beaucoup d'effets réels (par exemple l'influence du vent ou des échanges avec l'atmosphère) non pris en compte dans le modèle. Le modèle représente la dispersion des échauffements issus des rejets du site de Flamanville et ne modélise pas l'ensemble des phénomènes naturels pouvant influencer les températures en mer. Ainsi, la comparaison réalisée est principalement qualitative et basée sur l'orientation et la forme des panaches.

Sur la [Figure 4.h](#), les comparaisons entre résultats numériques et images obtenues par thermographie aérienne sont données pour le premier vol à marée descendante (*PM + 3 h*) pour un coefficient de marée 62.

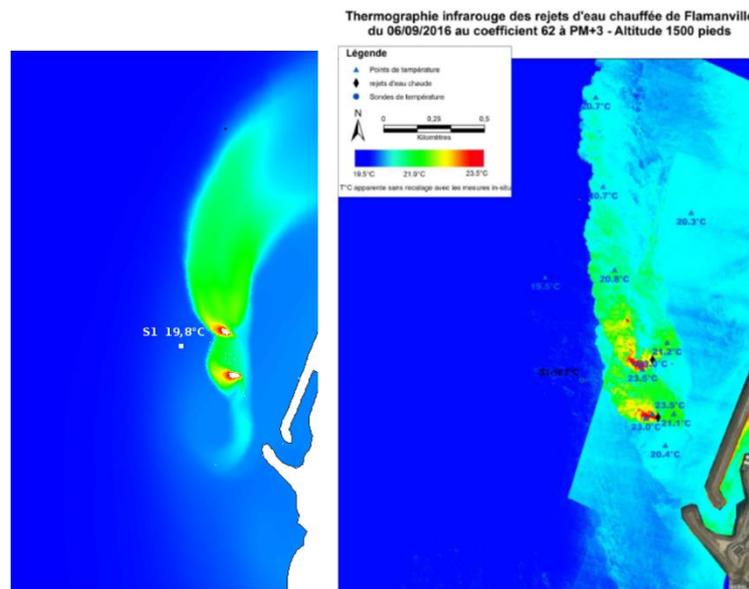


Figure 4.h : Comparaison entre les résultats numériques (à gauche) et la thermographie aérienne réalisée lors du vol 1 (à droite), marée réelle coefficient 62, instant *PM + 3 h*

¹¹ Différence de niveau entre la marée haute et la marée basse.

Ces comparaisons montrent que l'orientation et la forme du panache sont globalement bien reproduites par le modèle. Les températures simulées par le modèle 3D à proximité immédiate des rejets ont tendance à être plus élevées que celles des thermographies ; au-delà, les estimations de température sont très proches des mesures.

Sur la [Figure 4.i](#), les comparaisons entre résultats numériques et images obtenues par thermographie sont données pour le second vol à marée montante ($PM - 4 h$) pour un coefficient de marée 62.

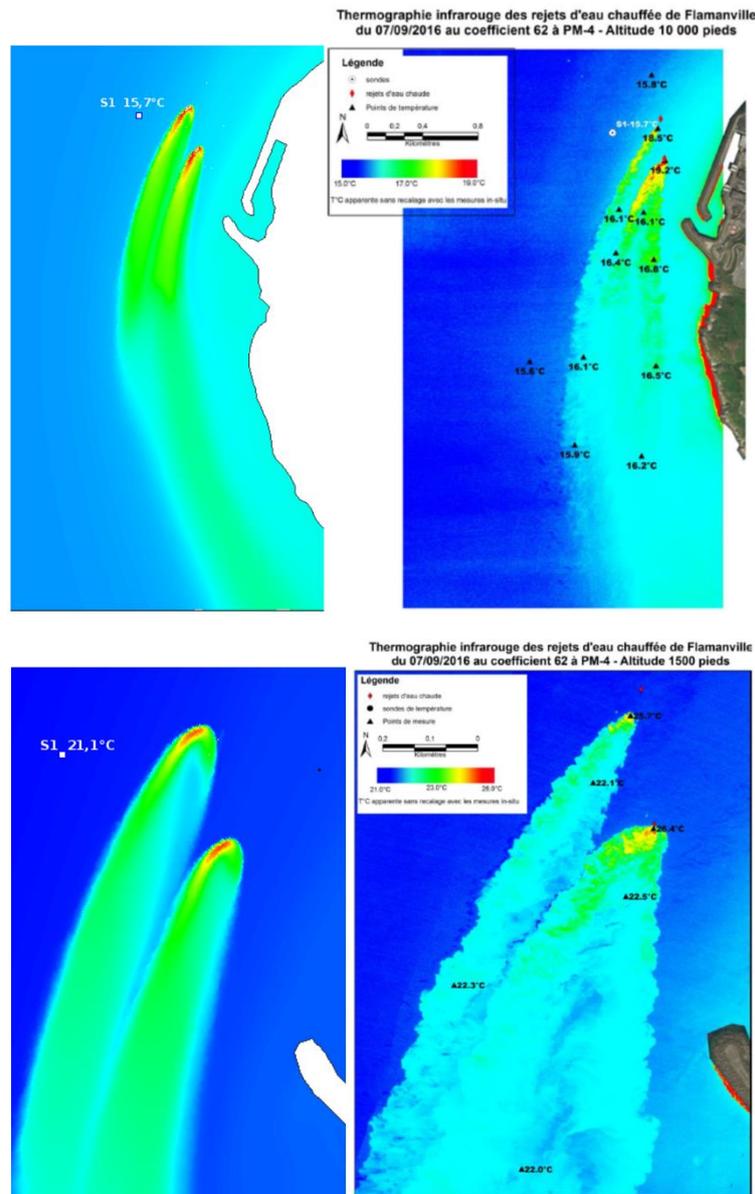


Figure 4.i : Comparaison entre les résultats numériques (à gauche) et la thermographie aérienne réalisée lors du vol 2 (à droite), marée réelle coefficient 62, instant $PM - 4 h$

Comme pour le premier vol, l'orientation et la forme du panache sont globalement bien reproduites par le modèle. La diffusion du panache est légèrement sous-estimée par le modèle (probablement dû à l'absence de prise en compte de l'influence du vent).

Les résultats du modèle ont également été comparés aux thermographies infrarouges aéroportées de 2011 pour des coefficients de marée de morte-eau moyenne (coefficient 43) et de vive-eau moyenne (coefficients 79 et 88).

L'ensemble de ces comparaisons montre que le modèle simule correctement les échauffements engendrés par le fonctionnement des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville et permettent de valider le calage thermique du modèle.

- **Résultats de simulation du panache thermique des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville pour différents coefficients de marée**

Ce paragraphe présente les résultats de modélisation pour le fonctionnement normal à deux réacteurs du site de Flamanville, avant démarrage du réacteur 3, et permet de décrire l'état initial afin d'appréhender ensuite l'impact de l'ajout d'un réacteur supplémentaire (Cf. [Paragraphe 4.2.2](#)).

L'évolution du panache thermique en surface aux différents instants de la marée est présentée pour un fonctionnement avec deux réacteurs à pleine puissance et pour chacune des marées schématiques considérées.

Les images sont générées toutes les deux heures à partir de la Pleine Mer (PM) pour un cycle complet de marée (la durée d'une marée complète est d'environ 12 h30).

- Cas d'une marée de morte eau moyenne (coefficient de marée de 45 – notée ME45)

La [Figure 4.j](#) présente l'évolution du panache thermique en surface pour deux réacteurs en fonctionnement au cours d'une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45).

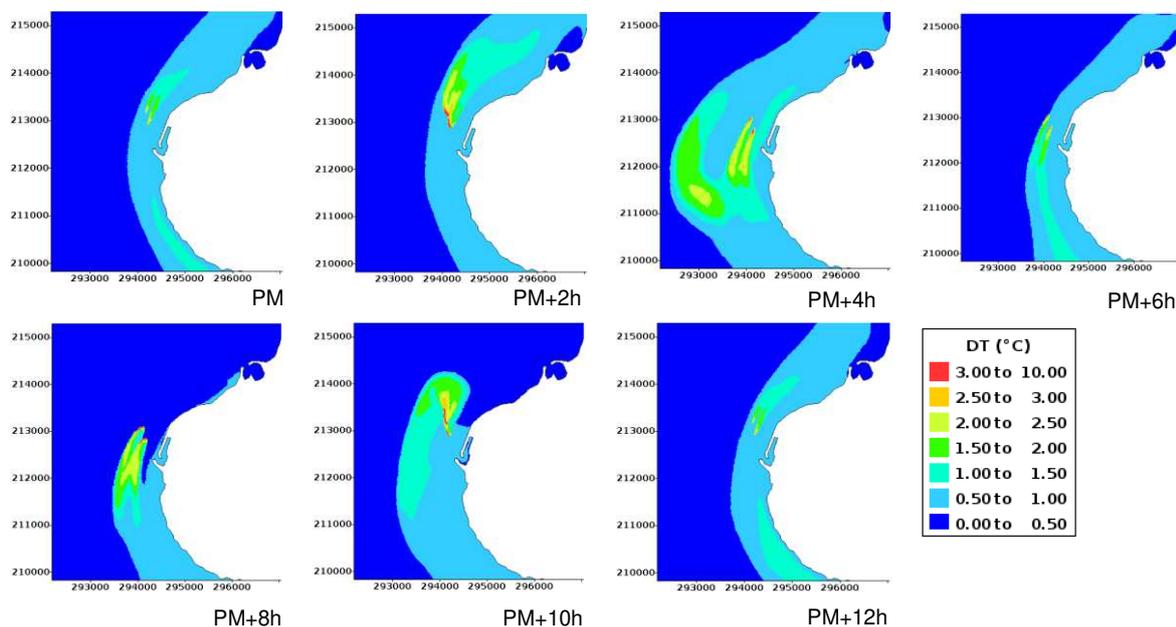


Figure 4.j : Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45) en champ proche

Entre PM et PM + 2 h, le panache, qui suit les courants de marée alternatifs, est dirigé vers le nord parallèlement à la côte.

Entre PM + 2 h et PM + 4 h, on assiste à la renverse des courants, le panache se retourne en passant par l'ouest pour s'orienter ensuite vers le sud.

Entre PM + 4 h à PM + 8 h, le panache s'étend vers le sud parallèlement à la côte. Il atteint son allongement maximum à PM + 6 h.

Entre PM + 8 h à PM + 10 h, le panache suit à nouveau la renverse des courants de marée et tourne en passant vers le large, pour s'orienter vers le nord entre PM + 10 h et PM + 12 h.

- Cas d'une marée de vive eau moyenne (coefficient de 95 – notée VE95)

La [Figure 4.k](#) présente l'évolution du panache thermique en surface au cours d'une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95).

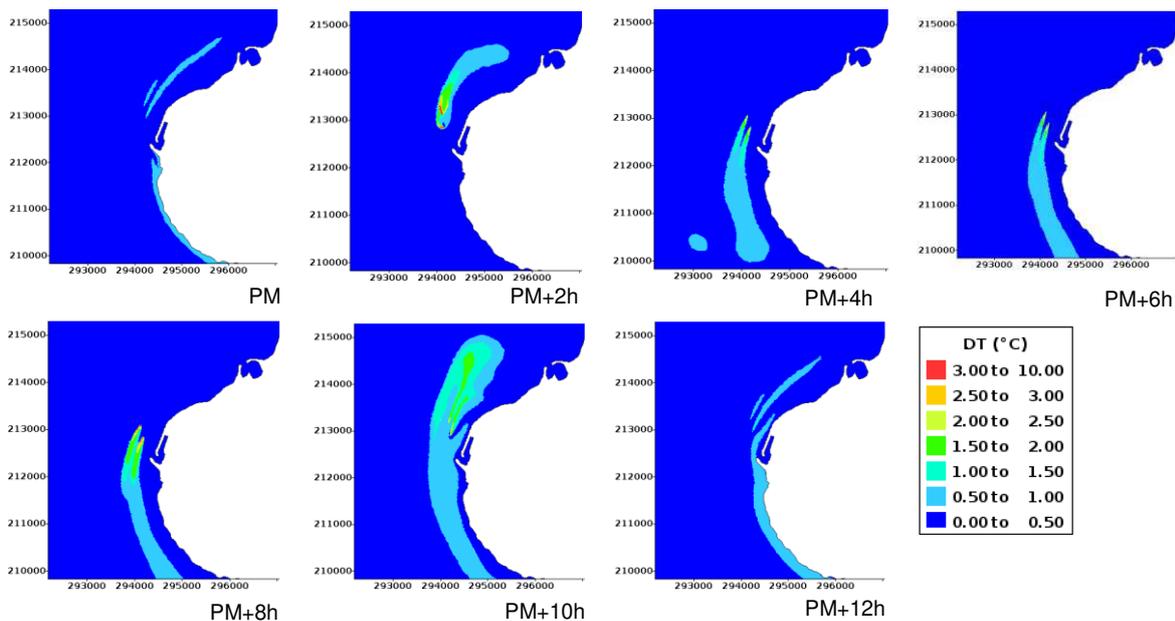


Figure 4.k : Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95) en champ proche

Pour la marée de vive-eau moyenne, l'évolution du panache suit la même dynamique qu'en marée de morte-eau moyenne, mais de plus fortes vitesses de courant conjuguées à un marnage plus important font que le panache est plus dilué qu'en marée de morte-eau moyenne et que son extension vers le large et le long des côtes est plus restreinte.

- Cas des marées exceptionnelles (morte eau coefficient 30 et vive eau coefficient 110 – notées ME30 et VE110)

Les conditions de marée exceptionnelle (morte-eau exceptionnelle et vive-eau exceptionnelle) ont également été modélisées. La fréquence de survenue de ces coefficients reste exceptionnelle, 80 % des coefficients de marée étant compris entre morte-eau moyenne et vive-eau moyenne.

Le comportement général du panache (orientation nord/sud, forme) lors de marées exceptionnelles est similaire à celui des marées moyennes. Toutefois, le panache thermique est, de façon générale, plus étalé dans le cas de la marée de morte-eau exceptionnelle et encore plus dilué dans le cas de la vive-eau exceptionnelle.

- **Variation de l'échauffement en champ proche et plus lointain**

Les valeurs d'échauffements (ΔT) calculés par le modèle 3D sont présentées en plusieurs points d'intérêt correspondant à des rayons de 50 mètres, 500 mètres et 1 500 mètres autour des points de rejet, ainsi qu'à proximité de la prise d'eau (point de surveillance « Canal d'amenée ») et au niveau de la côte (points de surveillance Diélette au nord et points Semaphore et Rozel 4 au sud du site, Cf. carte présentée sur la [Figure 4.cc](#)).

Pour chaque section (à 50, 500 et 1 500 m) et point de surveillance considéré, on indique le maximum instantané d'échauffement (maximum spatial sur le rayon considéré et temporel sur la durée de la marée) et le maximum sur le rayon considéré des valeurs moyennes d'échauffement sur le cycle de marée (maximum spatial et moyenne temporelle), indépendamment de sa position le long de la section considérée. Les échauffements à 500 m, 1 500 m et aux points de surveillance à la prise d'eau et à la côte sont calculés en surface (où se situe le maximum de l'échauffement sur la colonne d'eau) ; les échauffements à 50 m sont les valeurs maximales obtenues sur toute la hauteur d'eau (le maximum étant situé quelques mètres sous la surface).

Pour le fonctionnement normal des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville les résultats figurent dans les [Tableau 4.i](#), [Tableau 4.i](#) et [Tableau 4.k](#).

Tableau 4.i : Échauffements maximaux sur la hauteur d'eau calculés sur un cercle de rayon 50 mètres autour de chaque point de rejet (maximum instantané et maximum des valeurs moyennes sur la marée)

Marée	ΔT max instantané (°C) à 50 m des rejets		Max des ΔT moyens (°C) à 50 m des rejets	
	Rejet 1	Rejet 2	Rejet 1	Rejet 2
ME 30	6,6	6,5	2,8	2,9
ME 45	6,4	6,6	2,1	2,0
VE 95	6,2	5,9	2,0	1,8
VE 110	6,3	6,0	1,9	1,8

Tableau 4.j : Échauffements maximaux en surface à 500 et 1 500 mètres des rejets (maximum instantané et maximum des valeurs moyennes sur la marée)

Marée	ΔT max instantané (°C) à 500 m des rejets	Max des ΔT moy (°C) à 500 m des rejets	ΔT max instantané (°C) à 1 500 m des rejets	Max des ΔT moy (°C) au 1 500 m des rejets
ME 30	2,9	1,7	2,5	1,3
ME 45	3	1,3	2,2	0,9
VE 95	2,3	0,9	1,6	0,5
VE 110	2,3	0,8	1,9	0,4

Tableau 4.k : Échauffements en surface à la prise d'eau et à la côte : maxima instantanés et valeurs moyennes sur la marée

Point de surveillance	ΔT max (°C)				ΔT moy (°C)			
	ME 30	ME 45	VE 95	VE 110	ME 30	ME 45	VE 95	VE 110
Canal d'amenée	1,3	0,9	0,5	0,4	0,9	0,7	0,4	0,3
Diélette	1,2	0,7	0,5	0,3	0,9	0,4	0,4	0,3
Semaphore	0,9	1,0	0,5	0,4	0,7	0,8	0,4	0,3
Rozel 4	0,0	0,8	0,6	0,5	0,0	0,6	0,4	0,3

Globalement, on constate une tendance à la réduction de l'échauffement avec le coefficient de marée (à quelques exceptions près pour les maximums instantanés et pour le point Rozel 4, situé hors influence en morte-eau exceptionnelle). Pour les petits coefficients de marée (mortes eaux), pour lesquels la capacité de dilution est moins grande (plus faibles vitesses des courants et moins grands volumes marnés mis en jeu), les échauffements sont les plus élevés (sauf exception du point Rozel 4, le plus éloigné des rejets du site qui n'est pas impacté en morte-eau exceptionnelle).

Le maximum instantané d'échauffement à 50 m, de 6,6°C, est atteint à proximité du rejet 2 en marée de morte-eau moyenne, ainsi qu'à proximité du rejet 1 en marée de morte-eau exceptionnelle. La valeur maximale de l'échauffement moyen sur la marée atteint 2,9°C en marée de morte-eau exceptionnelle.

La valeur maximale de l'échauffement moyen (sur la marée) calculé à 500 m des rejets pour l'ensemble des marées simulées est de 1,7°C. Cette valeur décroît à 1,3°C à 1 500 m des rejets.

En ce qui concerne les points de surveillance de l'environnement (à la prise et à la côte), on remarque que dans un secteur proche des rejets (Canal d'amenée, Sémaphore, Diélette), les échauffements maximaux diminuent globalement lorsque le coefficient de marée augmente. Au niveau du point Rozel 4, les échauffements maximaux sont obtenus pour la marée de morte-eau moyenne, car en morte-eau exceptionnelle, le panache échauffé est plus étendu vers le large et le nord et moins vers le sud (Cf. Surfaces d'échauffement présentées ci-après).

L'échauffement résiduel moyen à la prise d'eau et à la côte (notamment au point le plus impacté à la côte : Diélette) est inférieur à 1°C pour l'ensemble des coefficients de marée. En valeur maximale instantanée, le 1°C n'est dépassé qu'en morte-eau exceptionnelle (1,3°C à la prise d'eau et 1,2°C à Diélette).

- **Variations verticales des températures autour des rejets 1 et 2**

Les variations verticales de température sur un rayon de 50 mètres et de 500 mètres autour des rejets 1 et 2 (rayon de 50 m autour de chaque rejet et ellipse à 500 m de l'ensemble des rejets) sont présentées ci-après :

- évolution temporelle du maximum d'échauffement sur la verticale à 50 m du rejet du réacteur 1 (R1) et du réacteur 2 (R2) (graphe en haut à gauche) et à 500 m des rejets R1-R2 (en haut à droite) au cours du cycle de marée, afin de visualiser l'instant où le maximum est atteint ;
- échauffement en surface à l'instant où le maximum est atteint (milieu et bas gauche) ;
- coupes verticales à 50 m et à 500 m des rejets¹², à l'instant d'atteinte du maximum d'échauffement (milieu et bas droite), afin de visualiser la stratification thermique.

La [Figure 4.1](#) présente les variations de température à 50 mètres et 500 mètres des rejets pour le fonctionnement normal à deux réacteurs du site en marée de morte-eau moyenne (coefficient 45).

¹² La cote des points de rejet a été fixée dans le modèle à - 7,2 m car elle correspond environ à la cote du milieu des buses de rejet.

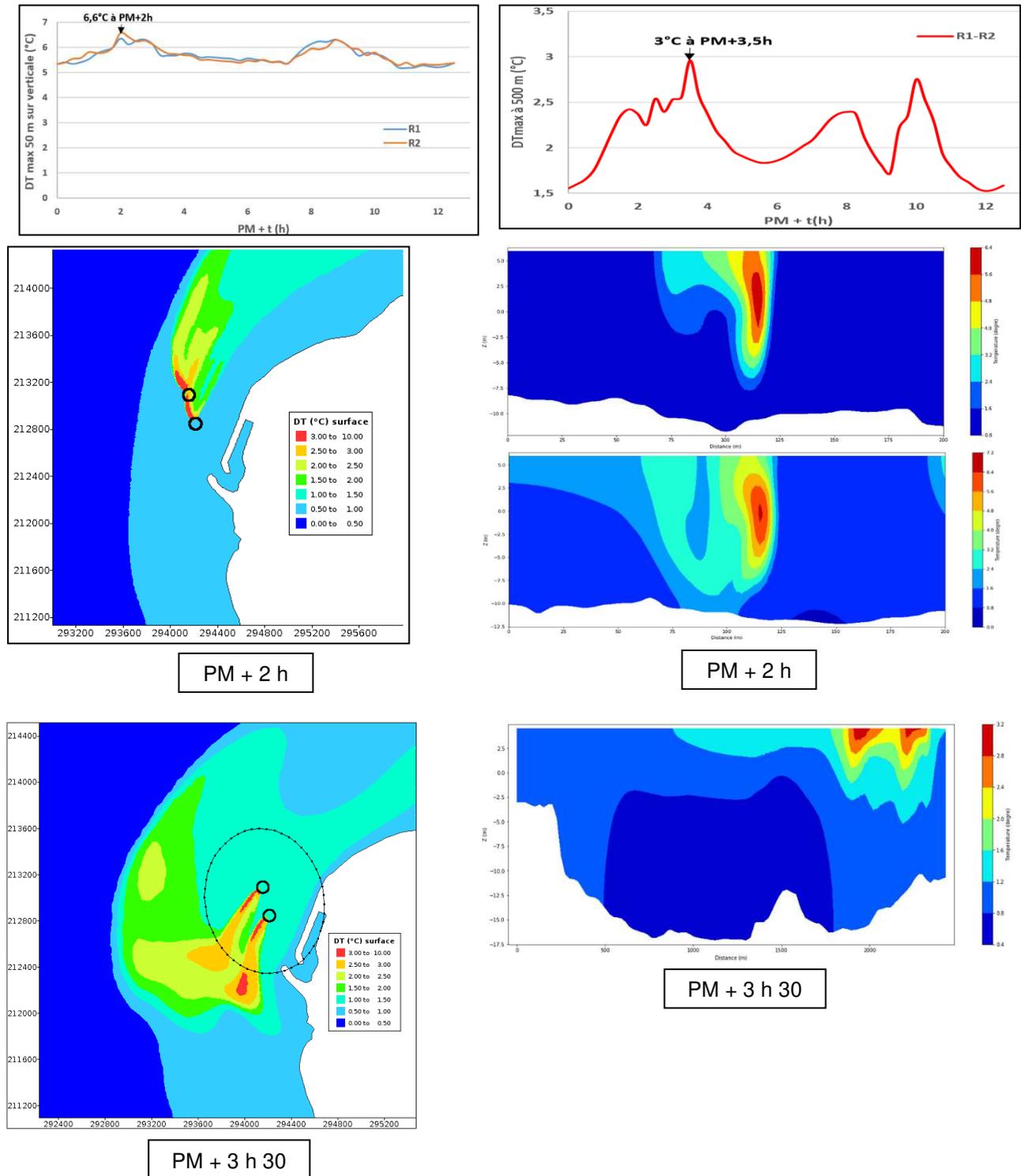


Figure 4.1 : Évolution temporelle de l'échauffement maximal sur la verticale à 50 m de R1 et de R2 (haut gauche) et à 500 m des rejets R1-R2 (haut droite), échauffement en surface à PM + 2 h (milieu gauche) et coupes verticales à 50 m de R1 et 50 m de R2 à PM + 2 h (milieu droite), échauffement en surface à PM + 3 h 30 (bas gauche) et coupe verticale à 500 m des rejets R1-R2 à PM + 3 h 30 (bas droite) - Fonctionnement normal à 2 réacteurs, marée de morte-eau moyenne (coefficient 45)

Les maximums d'échauffement en surface sont atteints à PM + 2 h à 50 m de R2 (6,6°C) et à PM + 3 h 30 à 500 m des rejets R1-R2 (3,0°C). À 50 m des rejets, le jet chaud n'est pas encore remonté en surface, et se situe à quelques mètres (environ 4 à 5 m) sous la surface. En revanche, à 500 m des rejets, le jet chaud est bien remonté en surface. À cet instant de la marée et pour cette condition de marée, les deux panaches sont encore bien distincts (à 500 m des rejets).

La [Figure 4.m](#) présente les variations de température à 50 mètres et 500 mètres des rejets pour le fonctionnement normal à deux réacteurs du site en marée de vive-eau moyenne.

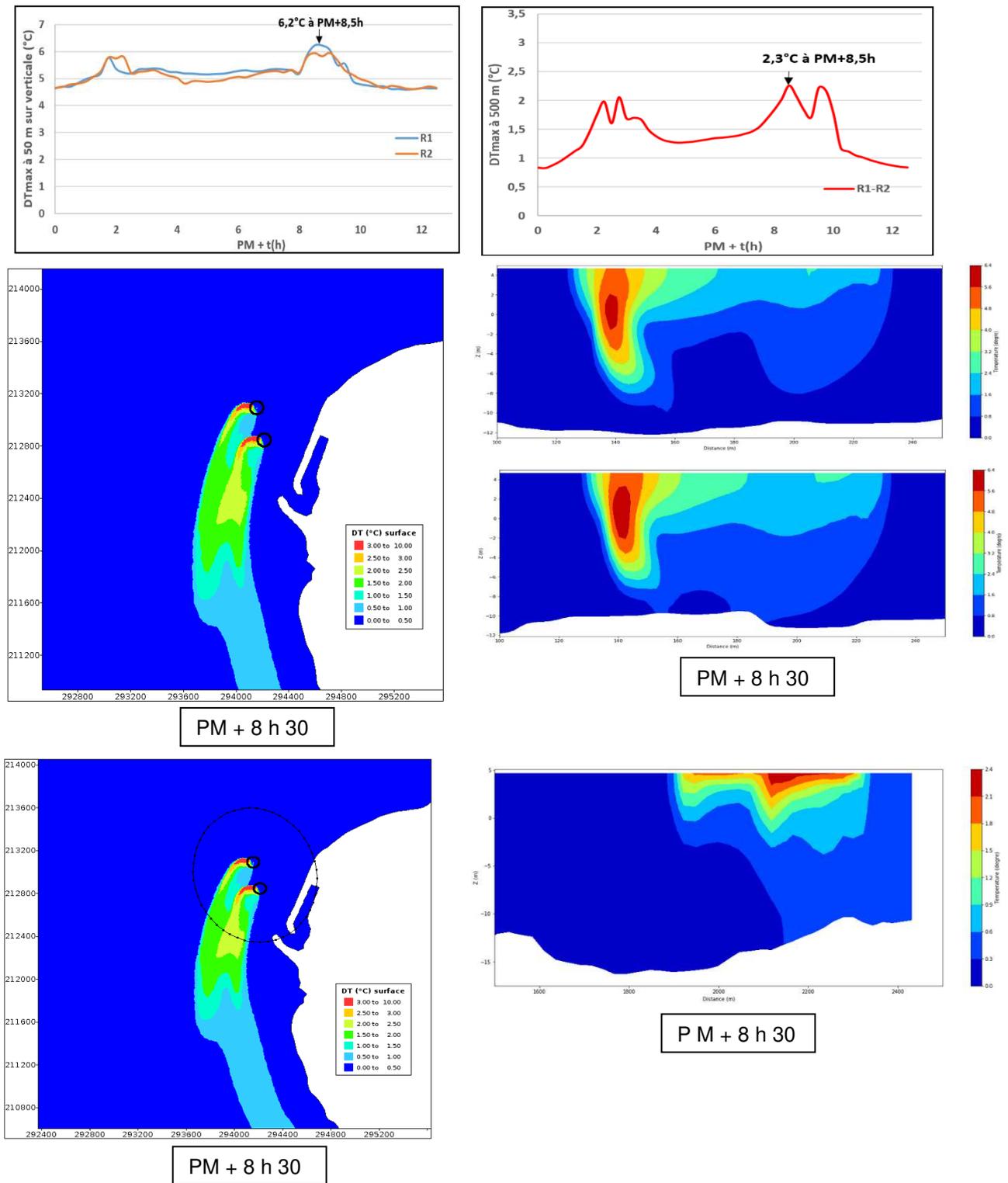


Figure 4.m : Évolution temporelle de l'échauffement maximal sur la verticale à 50 m de R1 et de R2 (haut gauche) et à 500 m des rejets R1-R2 (haut droite), échauffement en surface à PM + 8 h 30 (milieu gauche) et coupes verticales à 50 m de R1 et 50 m de R2 à PM + 8 h 30 (milieu droite), échauffement en surface à PM + 8 h 30 (bas gauche) et coupe verticale à 500 m des rejets R1-R2 à PM + 8 h 30 (bas droite) - Fonctionnement normal des réacteurs 1 et 2, marée de vive-eau moyenne (coefficient 95)

On remarque qu'à 50 m des rejets, le jet chaud se situe à environ 4 mètres sous la surface. À 500 m des rejets, le jet chaud est remonté en surface et on ne distingue plus les deux panaches. Les maximums d'échauffement sont atteints à PM + 8 h 30.

- **Surfaces d'échauffement associées aux rejets 1 et 2**

La modélisation permet également de déterminer par le calcul des surfaces associées à des lignes d'iso-échauffement (ici 1°C et 2°C). Ces surfaces sont calculées au niveau de la couche superficielle (en surface) et au fond, pour les différentes conditions de marée.

Pour le fonctionnement normal des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville, le [Tableau 4.1](#) présente les surfaces d'échauffements moyens et maximums (intégrés sur l'ensemble d'un cycle de marée) supérieurs à 1°C et 2°C, calculées en surface et au fond (présentées au fond seulement pour les échauffements supérieurs à 2°C). Les surfaces d'échauffement maximum supérieur à 1°C (2°C) représentent les zones sur lesquelles l'échauffement dépasse 1°C (2°C) à un moment au cours de la marée.

Tableau 4.1 : Surfaces d'échauffement > 1°C et > 2°C selon les conditions de marée

	En surface				Au fond	
	$S_{\Delta T_{max} > 1^{\circ}C}$ [km ²]	$S_{\Delta T_{moyen} > 1^{\circ}C}$ [km ²]	$S_{\Delta T_{max} > 2^{\circ}C}$ [km ²]	$S_{\Delta T_{moyen} > 2^{\circ}C}$ [km ²]	$S_{\Delta T_{max} > 2^{\circ}C}$ [km ²]	$S_{\Delta T_{moyen} > 2^{\circ}C}$ [km ²]
ME 30	25,9	5,7	6,4	0,02	< 0,01	< 0,01
ME 45	14,6	0,5	2,6	< 0,01	< 0,01	< 0,01
VE 95	2,4	0,03	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01
VE 110	1,9	0,02	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01

La [Figure 4.n](#) présente les surfaces d'échauffements maximums supérieurs à 1°C et 2°C (sur l'ensemble d'un cycle de marée) calculées en surface pour les différentes conditions de marée.

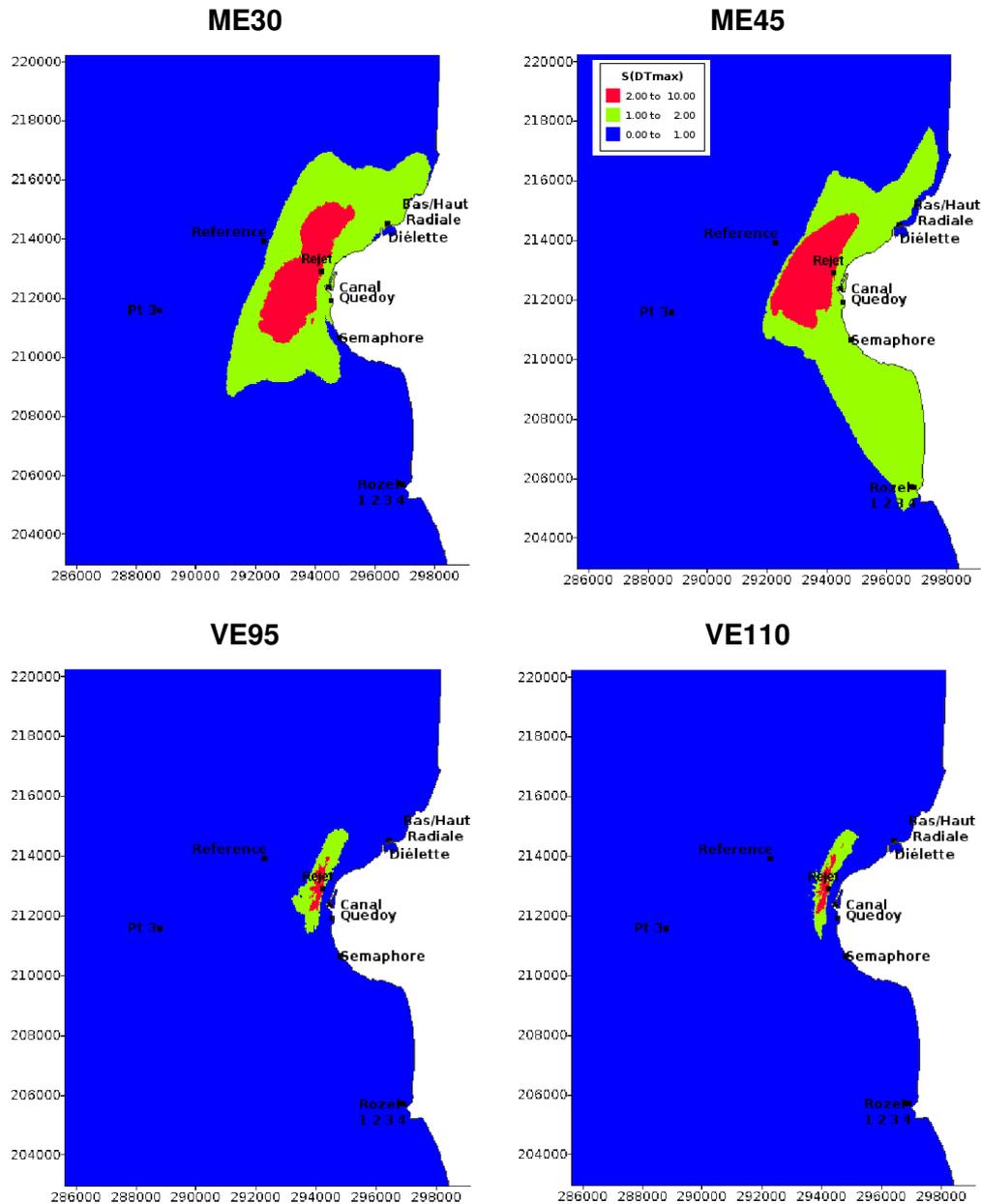


Figure 4.n : Surfaces sur lesquelles l'échauffement dépasse 1°C (en vert) ou 2°C (en rouge) à un moment au cours de la marée, pour les différentes conditions de marée

On constate que les surfaces d'échauffement moyen et maximum supérieur à 1°C et 2°C décroissent globalement lorsque le coefficient de marée augmente du fait d'une meilleure dilution des rejets.

La surface sur laquelle l'échauffement dépasse 1°C à un moment au cours de la marée atteint 25,9 km² en morte-eau exceptionnelle. La surface sur laquelle l'échauffement moyen (intégré sur la marée) est supérieur à 1°C est nettement plus restreinte (5,7 km²).

La surface sur laquelle l'échauffement dépasse 2°C à un moment au cours de la marée atteint 6,4 km² en morte-eau exceptionnelle. Les surfaces d'échauffement moyen supérieur à 2°C sont négligeables, excepté en marée de morte-eau exceptionnelle où la surface de 0,02 km² est néanmoins très faible.

On note également que pour la marée de morte-eau moyenne (ME 45), la surface d'échauffement maximum supérieur à 1°C est plus allongée vers le sud, alors qu'en marée de morte-eau exceptionnelle (ME 30), son emprise est plus importante vers le nord et vers le large. Les surfaces d'échauffement supérieur à 2°C (moyen et maximum) au fond sont très réduites (< 0,01 km²).

- **Conclusion de la modélisation 3D du fonctionnement des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville**

Le panache thermique varie périodiquement en fonction des courants de marées.

Le maximum instantané d'échauffement dans un rayon de 50 m autour des rejets 1 et 2, de 6,6°C, est atteint en marée de morte-eau moyenne ou de morte-eau exceptionnelle. L'échauffement résiduel moyen à la prise d'eau et à la côte est inférieur à 1°C pour l'ensemble des coefficients de marée.

La colonne d'eau est stratifiée dans la zone proche des rejets. À 50 m des rejets, le jet chaud n'est pas encore remonté en surface, et se situe à quelques mètres (environ 2 à 4 m) sous la surface. En revanche, à 500 m des rejets, le jet chaud est bien remonté en surface.

La surface d'échauffement maximum (moyen) supérieur à 1°C en surface atteint 25,9 km² (5,7 km²) en marée de morte-eau exceptionnelle. La surface d'échauffement maximum (moyen) supérieur à 2°C en surface atteint 6,4 km² (0,02 km²) en marée de morte-eau exceptionnelle. Le fond n'est quasiment pas impacté par des échauffements supérieurs à 2°C (surfaces très réduites < 0,01 km²).

4.1.4. QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES EAUX DE SURFACE

Ce paragraphe vise à présenter la qualité physico-chimique et biologique des eaux de surface concernées par les prélèvements d'eau et les rejets chimiques liquides du site de Flamanville.

La qualité physico-chimique et biologique des eaux de surface est présentée à deux échelles :

- À l'échelle de la masse d'eau, à travers une description de l'état des masses d'eau superficielles faisant l'objet de prélèvements d'eau et de rejets chimiques liquides liés au fonctionnement du site de Flamanville. Cet état des masses d'eau est issu de l'état des lieux 2019 de l'Agence de l'eau du bassin Seine-Normandie.
- À l'échelle des stations de surveillance de l'environnement aquatique du site de Flamanville : les valeurs caractéristiques des paramètres physico-chimiques et les indices biologiques sont présentés sur une période de 10 ans [2010-2019]. Cette période permet d'intégrer la variabilité naturelle (saisonnière et interannuelle) de l'écosystème.

4.1.4.1. ÉTAT ÉCOLOGIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX DE SURFACE À L'ÉCHELLE DE LA MASSE D'EAU

Le site de Flamanville est en interaction avec les masses d'eau superficielles suivantes (Cf. [Figure 4.c](#)) :

- La masse d'eau côtière « Cap de Carteret – Cap de La Hague » FRHC4, dans laquelle le site effectue des prélèvements d'eau pour alimenter les circuits de refroidissement et rejette les effluents du site.
- Les masses d'eau continentales : « ruisseau le Petit Douet » (masse d'eau FRHR_C04-I6608200), « ruisseau le Grand Douet » (masse d'eau FRHR_C04-I6607800) et « la Diélette de sa source à la mer » (masse d'eau FRHR359), dans lesquelles le site réalise des prélèvements d'eau douce pour la production d'eau déminéralisée des circuits primaire et secondaire et pour l'alimentation en eau du réseau de lutte contre l'incendie.

L'**état écologique** d'une masse d'eau au sens de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau) est défini à partir de l'agrégation de plusieurs critères : des éléments de **physico-chimie** générale soutenant la biologie, des **polluants spécifiques de l'état écologique**, des éléments relatifs à l'**hydromorphologie** et des éléments de **biologie**.

L'**état chimique** d'une masse d'eau de surface est déterminé au regard du respect des Normes de Qualité Environnementales (NQE) par le biais de valeurs seuils, et selon deux classes : bon (respect) et mauvais (non-respect). 53 substances sont contrôlées : 8 substances de la liste I de la directive 2006/11/CE et 45 substances prioritaires, dont 21 dangereuses prioritaires et 24 prioritaires (annexe X de la DCE révisée par la directive 2013/39/CE).

L'état des masses d'eau FRHC4, FRHR_C04-I6608200, FRHR_C04-I6607800 et FRHR359, déterminé lors de l'état des lieux du bassin Seine-Normandie en 2019, est présenté dans le [Tableau 4.m](#) ci-dessous.

Tableau 4.m : État écologique et chimique des masses d'eau superficielles du site de Flamanville

Code de la masse d'eau	Nom de la masse d'eau	État écologique		État chimique		Pressions
		État	Confiance	État	Confiance	
FRHC4	Cap de Carteret – Cap de La Hague	Bon	Fort	Mauvais avec ubiquistes (PCB ¹³) Bon sans ubiquistes	Moyen	Oui , pollutions ponctuelles (micropolluants)
FRHR359	La Diélette de sa source à la mer	Moyen (IBD)	Fort	Bon	Fort	Oui , domestiques (macropolluants suite aux rejets des stations d'épuration)
FRHR_C04-I6607800	Ruisseau le Grand Douet	Bon	Fort	Mauvais avec ubiquistes (Benzo(a)pyrène) Bon sans ubiquistes	Fort	Non significatives
FRHR_C04-I6608200	Ruisseau le Petit Douet	Moyen (IBD)	Fort	Mauvais avec ubiquistes (Benzo(a)pyrène ; Benzo(ghi)perylene) ¹⁴ Bon sans ubiquistes	Fort	Oui , phosphore diffus (lessivage des sols agricoles)

¹³ PCB : PolyChloroBiphényles.

¹⁴ Substances chimiques appartenant aux HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques). Ils proviennent de la combustion de certaines substances et sont émis dans l'air avant de se retrouver dans l'eau.

4.1.4.2. CONTEXTE PHYSICO CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES EAUX DE SURFACE À L'ÉCHELLE DES STATIONS DE SURVEILLANCE DU SITE

4.1.4.2.1. Résultats du suivi physico-chimique effectué aux stations de surveillance hydroécologique

Les données présentées dans ce paragraphe sont issues de la synthèse hydroécologique de la Manche à proximité du site de Flamanville sur 10 ans, qui exploite les données de la surveillance réglementaire entre 2010 et 2019. Les résultats des stations référence et contrôle sont présentés ici.

Les gammes de **salinité** et **température de l'eau** observées sont classiques d'une zone littorale. Les variations interannuelles sont essentiellement dues à la climatologie, à la saisonnalité et à la géomorphologie. Le régime thermique de la Manche à proximité du site de Flamanville est détaillé dans le [Paragraphe 4.1.3](#). Concernant les valeurs de salinité, celles-ci varient entre 34,4 et 35,7 selon la saison. La salinité moyenne toutes stations confondues est de 35,1.

Les valeurs de **turbidité**, paramètre suivi depuis 2012, sont faibles aux abords du site, caractéristique d'une eau claire. La valeur moyenne toutes stations confondues est de 1,33 FNU.

L'**oxygène dissous** est suivi depuis 2016. La moyenne en oxygène dissous est de 8,59 mg/L pour l'ensemble des stations de surveillance, ce qui est représentatif d'une bonne oxygénation du milieu.

Dans leur globalité, les sels nutritifs (ammonium, nitrates, nitrites, phosphates, silicates) présentent un même profil saisonnier : une concentration maximale au printemps (fin d'hiver) et en automne, et minimale en été, excepté pour l'ammonium qui voit sa concentration chuter précocement au printemps. Pendant la période non productive (automne-hiver), la reconstitution des stocks de sels nutritifs a lieu, du fait de la faible abondance des consommateurs primaires (phytoplancton). Pendant la période productive (été), les efflorescences phytoplanctoniques coïncident avec une utilisation de ces nutriments. Un gradient décroissant côte-large est habituellement observé en Manche pour les sels nutritifs. Ce phénomène est peu observé ici, l'environnement du site de Flamanville n'étant pas sous influence importante d'un apport d'eau douce du continent.

La concentration moyenne en **ammonium** est de 0,39 $\mu\text{mol/L}$ toutes stations confondues, ce qui représente une concentration moyenne habituellement observée dans les eaux côtières non polluées. La concentration moyenne en ammonium est de 0,66 $\mu\text{mol/L}$ en automne alors qu'elle est de 0,30 $\mu\text{mol/L}$ au printemps et de 0,19 $\mu\text{mol/L}$ en été. Ces faibles concentrations sont reliées à la consommation d'ammonium par le phytoplancton et à la dégradation d'ammonium en nitrates et nitrites (cycle de l'azote).

La concentration moyenne en **nitrates et nitrites** est de 3,92 $\mu\text{mol/L}$ toutes stations confondues. La concentration moyenne en nitrates et nitrites, et la dispersion des valeurs sont plus élevées au printemps (7,86 $\mu\text{mol/L}$) par rapport à l'été (0,88 $\mu\text{mol/L}$) et à l'automne (3,01 $\mu\text{mol/L}$). Ces variations sont principalement liées au cycle de l'azote (transformation de l'ammonium en nitrates et en nitrites) et au cycle biologique du phytoplancton qui se développe au printemps, consommant l'azote qui s'épuise au cours de l'été et se recharge à la fin de l'automne / début d'hiver.

La concentration moyenne en **phosphates** est de 0,23 $\mu\text{mol/L}$ toutes stations confondues. Le profil printanier des concentrations en phosphates est relativement similaire aux autres sels nutritifs. Au printemps (fin d'hiver), la concentration moyenne est la plus élevée, puis le phosphate est consommé par le phytoplancton au cours des efflorescences printanières. La concentration diminue donc en été (fin de printemps), où elle chute de 0,36 $\mu\text{mol/L}$ à 0,07 $\mu\text{mol/L}$. Puis la régénération du stock de phosphates commence à partir de l'automne et la concentration moyenne atteint 0,25 $\mu\text{mol/L}$.

La concentration moyenne des **silicates** est de 2,07 µmol/L toutes stations confondues. À l'image des phosphates, les niveaux de silicates sont plus élevés au printemps et en automne (en moyenne 1,80 µmol/L et 3,04 µmol/L, respectivement) par rapport à ceux mesurés en été (en moyenne 1,33 µmol/L). Au printemps, suite à l'utilisation intense des silicates par le phytoplancton, et notamment par les diatomées pour la composition de leur frustule¹⁵, la concentration en silicates diminue fortement. Puis, le stock de silicate se régénère au cours de l'automne, suite aux apports d'origine terrigène et/ou aux processus de régénération de la silice biogénique sur la couche du fond.

4.1.4.2.2. Résultats du suivi hydrobiologique effectué aux stations de surveillance hydroécologique

Les données présentées dans ce paragraphe sont issues de la synthèse hydroécologique de la Manche à proximité du site de Flamanville sur 10 ans, qui exploite les données de la surveillance réglementaire entre 2010 et 2019. Pour le domaine pélagique, les résultats des stations référence et contrôle sont présentés. Pour les domaines benthique et halieutique, les résultats de toutes les stations sont présentés.

Concernant le **domaine pélagique**¹⁶, la concentration en chlorophylle a est un bon indicateur de la biomasse phytoplanctonique¹⁷. La concentration moyenne sur la période est de 1,26 µg/L toutes stations confondues. Un faible gradient décroissant côte large peut être observé avec des concentrations légèrement plus élevées sur la côte (1,38 µg/L) qu'au large (1,14 µg/L). De plus, la concentration en chlorophylle a est en moyenne plus élevée au printemps (1,52 µg/L) qu'en été et en automne (1,14 µg/L et 1,11 µg/L, respectivement), ce qui est cohérent avec la présence des sels nutritifs à ces périodes. Étant des produits issus de la dégradation de la chlorophylle a, les phéopigments suivent la même répartition spatiale avec des concentrations légèrement plus élevées sur la côte (0,36 µg/L contre 0,25 µg/L au large) et le même profil saisonnier que les pigments photosynthétiques : les concentrations moyennes sont plus élevées au printemps (0,41 µg/L) qu'en été et en automne (0,25 µg/L et 0,23 µg/L, respectivement). La concentration moyenne en phéopigments, de 0,30 µg/L, reste tout de même faible par rapport à la concentration en chlorophylle a, suggérant ainsi la présence d'un phytoplancton productif au fil des saisons, pour toutes les stations. Le groupe dominant le phytoplancton est celui des diatomées, quelle que soit la saison (57,3 % en automne et 75,7 % au printemps et 75 % en été). Le deuxième groupe dominant est celui des Cryptophycées dont la proportion atteint 36,6 % en automne. Ces assemblages sont typiques de la zone Manche / Mer du Nord.

¹⁵ Le frustule est une coque entourant certaines diatomées, algues unicellulaires microscopiques. Cette coque est faite d'un matériau composé de silice et d'une faible quantité de couches de molécules organiques associées.

¹⁶ Le domaine pélagique qualifie les organismes et les processus ayant lieu en milieu océanique (eaux libres), sans lien avec le fond.

¹⁷ Phytoplancton : ensemble des organismes végétaux microscopiques vivant en suspension dans l'eau.

La concentration du **zooplancton**¹⁸ est en moyenne de 980,2 ind/m³ toutes stations confondues. Elle est plus élevée au printemps avec une moyenne de 1 259,8 ind/m³, puis elle diminue fortement en été, avec une valeur de 780,2 ind/m³ avant d'atteindre une concentration moyenne de 900,6 ind/m³ en automne. Les variations saisonnières de zooplancton sont cohérentes avec celles du phytoplancton. Le lien trophique qui existe entre le phytoplancton et une partie du zooplancton (herbivores) peut expliquer cette observation. L'hlooplancton¹⁹ représente 55 % du zooplancton total sur les deux stations. Il est largement représenté par les copépodes (arthropodes). Le méroplancton²⁰, représentant 45 % du zooplancton total, est lui aussi représenté par les arthropodes. Les deux stations de suivi sont semblables en termes de composition taxonomique. L'abondance et la succession des espèces zooplanctoniques observées sur la zone de surveillance respectent leur répartition saisonnière habituelle et sont caractéristiques des milieux côtiers tempérés de la Manche et de la baie sud de la Mer du Nord

Le **suivi microbiologique** des vibrions halophiles fait apparaître une concentration moyenne géométrique sur la côte de 10,51 UFC/L contre 2,56 UFC/L au large. Un faible gradient côte-large croissant est observé, cependant les variations spatiales observées étant inférieures à une échelle logarithmique, elles sont peu significatives d'un point de vue écologique. La moyenne géométrique, toutes stations confondues, est de 5,18 UFC/L. Concernant les variations saisonnières, la concentration en vibrions halophiles est plus importante pendant l'automne, saison où l'on retrouve les températures de l'eau les plus chaudes des trois campagnes (21,3 UFC/L contre des valeurs faibles voire nulles en été et au printemps). Les germes aérobies revivifiables, qui ne sont plus suivis depuis 2018, suivent les mêmes variations spatiales que les vibrions halophiles. La concentration moyenne géométrique sur la côte est de 591,7 UFC/mL et de 191,7 UFC/mL au large. La moyenne géométrique, toutes stations confondues, est de 336,8 UFC/mL. Les concentrations en germes revivifiables varient peu entre l'été et l'automne. Les moyennes géométriques sont respectivement de 465,0 et de 413,3 UFC/mL en juin et en septembre. En revanche, les germes revivifiables semblent moins nombreux au printemps (mars) avec une moyenne géométrique de 198,8 UFC/mL.

Concernant le domaine **benthique intertidal**²¹, le suivi écologique du zoobenthos intertidal porte plus particulièrement sur la dynamique de population des cirripèdes²². La densité moyenne de cirripèdes varie de 49,93 à 117,08 ind./quadrat de 0,05 m², sur la zone d'étude. Les populations de cirripèdes aux abords du site de Flamanville sont largement dominées par une espèce : *Semibalanus balanoides*. Le recrutement maximal a lieu en juin (225,69 ind./0,75 cm² contre presque 0 en automne). Cette observation est fortement influencée par le cycle saisonnier de *Semibalanus balanoides* puisque cette espèce domine les effectifs. Concernant la faune associée, sur les stations Diélette, Quedoy, Rozel 1 et Sémaphore, les mollusques dominent largement et représentent plus de 70 % de l'abondance totale (contre 30 % sur les stations Rozel 2, 3 et 4). Il s'agit du groupe taxonomique le plus associé aux cirripèdes. La faune associée aux cirripèdes est largement influencée par le niveau bathymétrique des stations. Les prélèvements réalisés dans la partie inférieure de la population de cirripèdes sont plus denses que ceux des niveaux supérieurs soumis à une dessiccation plus importante.

¹⁸ Zooplancton : ensembles des organismes microscopiques non photosynthétiques et/ou de nature animale vivant en suspension dans l'eau.

¹⁹ Organisme dans le cycle de vie se fait entièrement sous forme planctonique.

²⁰ Organisme dans une partie du cycle de vie se fait sous forme planctonique.

²¹ Organisme vivant sur les fonds entre les deux niveaux de marées, basses et hautes.

²² Groupe d'animaux marins faisant partie des crustacés. Ces animaux vivent immobiles, accrochés à un support sous-marin.

Le suivi écologique des populations de Fucales²³ *Fucus serratus* (**phytobenthos intertidal**) à proximité du site de Flamanville met en évidence des variations saisonnières : les biomasses sont en moyennes plus élevées en automne (628,99 g/0,25 m²) qu'au printemps (182,22 g/0,25 m²) sur l'ensemble des stations. La biomasse moyenne sur la zone d'études varie de 94,8 à 656,7 g/0,25 m². La majorité des pieds de *Fucus serratus* sont très fertiles en automne (96,4 % contre 66,1 et 56,4 % au printemps et été). Ces variations saisonnières, également constatées sur d'autres sites en Manche, correspondent au cycle biologique du *Fucus serratus*.

Enfin, pour le **domaine halieutique**²⁴, le suivi de la macrofaune halieutique par la pêche côtière concerne quatre espèces : l'araignée de mer, l'étrille, le homard et le tourteau. L'araignée de mer est plus présente sur les filières situées au Sud avec un fond sableux. La répartition spatiale de l'étrille sur la zone d'étude est marquée par une présence plus importante sur les filières situées au large. Pour le homard, la plupart des captures ont lieu sur les filières proches de la côte (à noter la présence depuis 2000 d'une zone de cantonnement de 1,2 km² dans laquelle la pêche est interdite, pour préserver une fraction du stock de homard, située à la côte à proximité du site de Flamanville). Enfin, le tourteau est peu présent dans les filières proches de la côte. Il est majoritairement capturé sur les filières moyennement éloignées de la côte et en moindre mesure sur les filières les plus au large.

Les valeurs d'abondances ichtyoplanctoniques²⁵ obtenues pour les larves de homard et d'araignée de mer sont hétérogènes. Les larves des deux espèces sont quasiment absentes au niveau du canal d'amenée. Pour les autres stations, les abondances restent faibles. Pour les homards, comme pour les araignées de mer, les stades zoés²⁶ sont plus abondamment échantillonnés que les stades mégalopes²⁷.

Il est à noter qu'une présentation des taxons biologiques « ordinaires » et des espèces remarquables (protégées et/ou patrimoniales) et exotiques envahissantes est faite dans le [Paragraphe 7.2 du Chapitre 7](#).

4.1.4.2.3. Résultats du suivi chimique effectué aux stations de surveillance hydroécologique

Les données présentées dans ce paragraphe sont issues de la synthèse hydroécologique de la Manche à proximité du site de Flamanville sur 10 ans, qui exploite les données de la surveillance réglementaire entre 2010 et 2019. Les résultats de la surveillance chimique (mesure des concentrations en éthanolamine et hydrazine) sont présentés ci-dessous.

Les concentrations en **hydrazine**, mesurées depuis 2011, sont toutes inférieures à la limite de quantification sur l'ensemble de la période d'étude (LQ variant de 0,1 à 200 µg/L).

Les concentrations en **éthanolamine**, mesurées depuis 2011, sont toutes inférieures à la limite de quantification sur l'ensemble de la période d'étude (LQ variant de 0,05 à 50 mg/L).

En conclusion, les résultats de la surveillance hydroécologique et chimique sur la période 2010-2019 sont représentatifs de la Manche/Mer du Nord, que ce soit au niveau des paramètres chimiques, physico-chimiques ou de la biologie.

²³ Ordre d'algues brunes comprenant des algues intertidales poussant sur des substrats durs telles que le *fucus serratus*.

²⁴ Qualifie toutes les activités relevant de la pêche sous toutes ses formes, professionnelle ou de loisirs, en eau douce ou marine.

²⁵ Ensembles des organismes planctoniques constitués par les œufs et larves de poissons.

²⁶ Forme larvaire précoce et pélagique, succédant au tout premier stade larvaire nauplius.

²⁷ Dernier stade larvaire ou premier post-larvaire.

4.1.5. HYDROMORPHOLOGIE ET TRANSPORTS SOLIDES

4.1.5.1. CONTEXTE HYDROMORPHOLOGIQUE LOCAL

4.1.5.1.1. Morphologie des fonds

Le Golfe Normand-Breton (Manche Occidentale) est une région de faibles profondeurs, toujours inférieures à 60 m. De vastes surfaces se situent entre – 20 m et – 40 m. Les fonds sont faiblement inclinés et souvent monotones mais deviennent irréguliers, accidentés de basses et d'obstacles (rochers ou bancs de sable) à l'approche des îles, des archipels ou des caps²⁸.

La profondeur des fonds au cap de Flamanville est de 10 à 20 m.

4.1.5.1.2. Granulométrie

Cailloutis et graviers couvrent les plus grandes surfaces du golfe. Ces sédiments proviennent de dépôts résiduels mis en place lors du Pléistocène.

Au fur-et-à-mesure du rapprochement vers la côte, se mettent en place des dépôts de sédiments de plus en plus fins, sableux, parfois vaseux.

Les fonds du cap de Flamanville sont globalement recouverts de graviers sableux ($63 \mu\text{m} < \varnothing < 2 \text{ cm}$). Cependant, la zone située au droit du site de Flamanville, exposée aux houles, est composée de roche vers la côte puis de graviers sableux plus au large, moins exposé aux houles.

4.1.5.1.3. Transit sédimentaire

Les courants de marée jouent un rôle déterminant sur la sédimentation au large tandis qu'en domaine côtier, ce sont les houles qui sont déterminantes.

Les marées induisent des mouvements sédimentaires perpendiculaires à la côte, s'y ajoutent des mouvements de dérive littorale sous l'action de courants engendrés par la houle. Sur la côte du Cotentin, ces transits s'effectuent le plus souvent du nord vers le sud²⁹.

4.1.5.2. OPÉRATIONS DE DRAGAGE DU CANAL D'AMENÉE

4.1.5.2.1. Localisation des opérations de dragage

Le site de Flamanville effectue régulièrement des opérations de dragage des sédiments du canal d'amenée.

Deux techniques de dragage et deux voies de rejets sont envisagées :

- Utilisation d'une drague aspiratrice et rejets en mer des sédiments via les canalisations sous-marines (circuit CRF).
- Dragage hydraulique ou mécanique et évacuation des sédiments par transport maritime vers un site d'immersion (clapage en mer).

²⁸ Larssonneur, C. 1982. Le Golfe Normand-Breton : synthèse sédimentologique.

²⁹ Larssonneur, C. 1982. Le Golfe Normand-Breton : synthèse sédimentologique.

Dans ce cas, deux zones de clapage sont possibles :

- La zone C3, située 5,3 km nord-ouest du site de Flamanville.
- La zone C4, située à 4,8 km au sud-ouest du site.

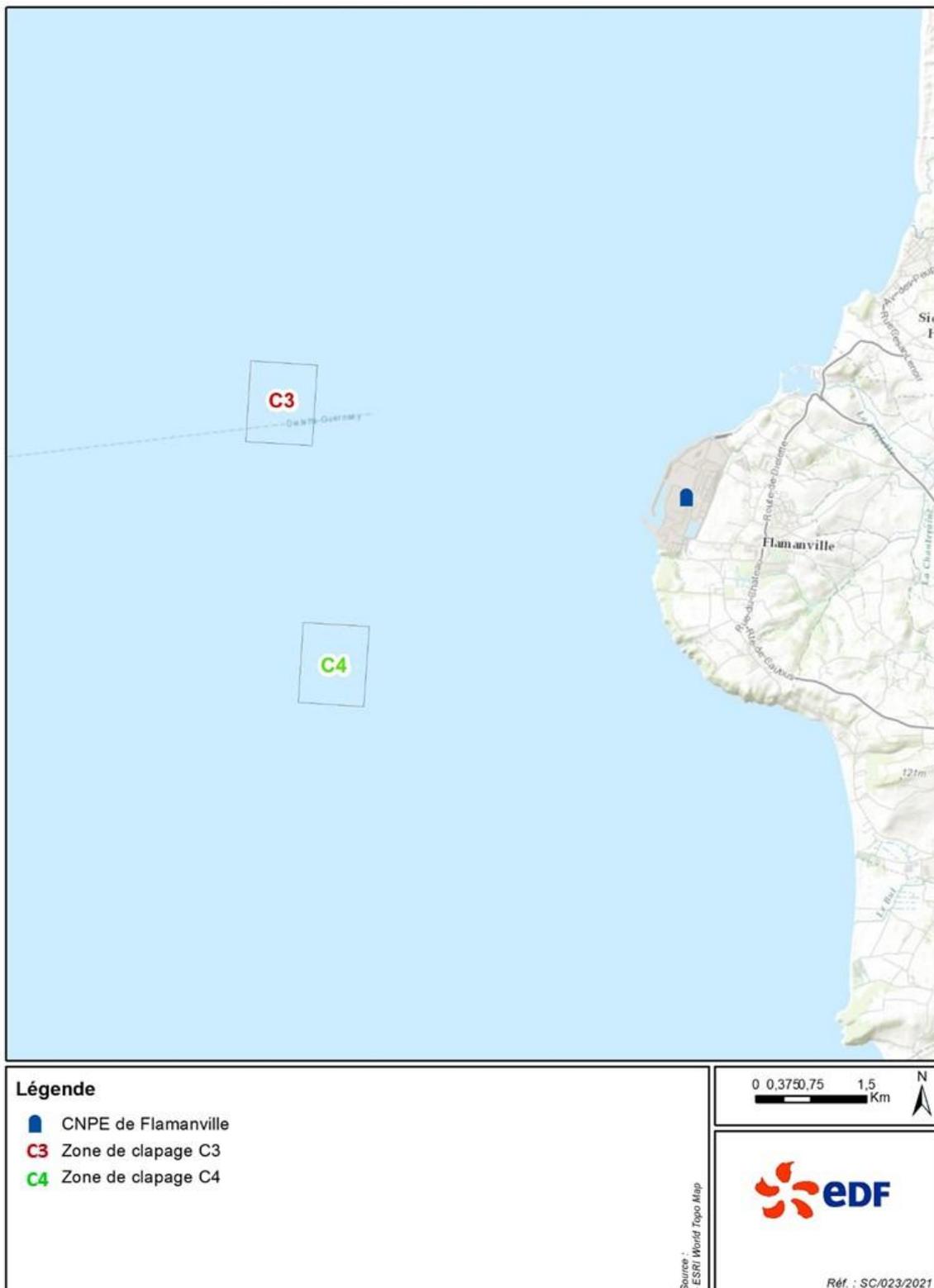


Figure 4.o : Zones de clapage des sédiments du canal d'amenée

Des travaux menés par IFREMER en 2007 ont permis de caractériser les deux zones de clapage.

Les zones de clapage C3 et C4, d'une superficie d'environ 1 km² chacune, se situent au droit du cap de Flamanville, à une distance de la centrale de respectivement 5 300 et 4 800 m, et à une profondeur de 20 à 22 m. Elles sont incluses dans un secteur d'étude plus vaste (40 km²), qui s'étend depuis le port de Diélette au nord jusqu'à l'anse de Sciotot au sud. Les fonds de ce secteur sont de nature grossière, composés d'une semelle de sédiments caillouto-graveleux, peu mobiles, sur laquelle affleurent fréquemment les roches.

Les deux zones de clapage, qui appartiennent à cet ensemble, révèlent entre elles de grandes similitudes mais également des caractéristiques nuancées, résumées selon les rubriques suivantes :

Topographie

Sur la zone nord C3, les affleurements rocheux (hauteur sup. à 50 cm), sous la forme de barres E-W, encadrent au nord et au sud une large plateforme sédimentaire recouverte d'un pavage dur de cailloutis, de graviers et localement de blocs. Sur la zone sud C4, c'est un plateau ciselé par de grandes cavités très peu profondes qui présentent un relief aplani, ne laissant entrevoir que quelques lambeaux d'affleurements de roches sédimentaires.

Dynamique sédimentaire

La dynamique sédimentaire semble plus active sur la zone nord (C3). Son « expression acoustique », sous la forme de figures sédimentaires longitudinales métriques à pluri-décamétriques, relate des phénomènes de turbulences hydrodynamiques accrues. En effet, les traînées sableuses et surtout les queues de comètes sont nombreuses. La présence de reliefs continus (barres rocheuses massives) et isolées (blocs) contribue à l'accumulation ponctuelle de sable coquillier qui se redistribue en fuyant entre les anfractuosités. Les vitesses des courants de marée sur le fond, plus importantes sur la zone nord, et/ou la quantité de sable remobilisable, ne permettent pas à celui-ci de se stabiliser et donc de s'accumuler, sauf à l'abri de rares écueils. Les résiduelles des transports sédimentaires sont orientées vers le nord/nord-ouest, conformément à la circulation anticyclonique des courants générée par le cap de Flamanville.

Distribution des sédiments

La nature des fonds sur les deux zones est sensiblement identique (graviers litho-bioclastiques à biolithoclastiques caillouteux ou coquilliers), mais la distribution des types de substrats est plus complexe sur la zone nord, en raison de la proximité des reliefs. Si la proportion en éléments grossiers (cailloutis et graviers) occupent plus de 80 % du poids du sédiment au nord, inversement la proportion en éléments fins (sable et sable fin) atteint 45 % au sud. La couverture sédimentaire meuble y semble par ailleurs plus épaisse.

4.1.5.2.2. Qualité des sédiments dragués

L'analyse des sédiments du canal d'amenée est réalisée tous les trois ans, en six points répartis dans le canal (Cf. [Figure 4.n](#)). Les résultats présentés ici datent de la campagne d'analyse la plus récente, réalisée en 2018.

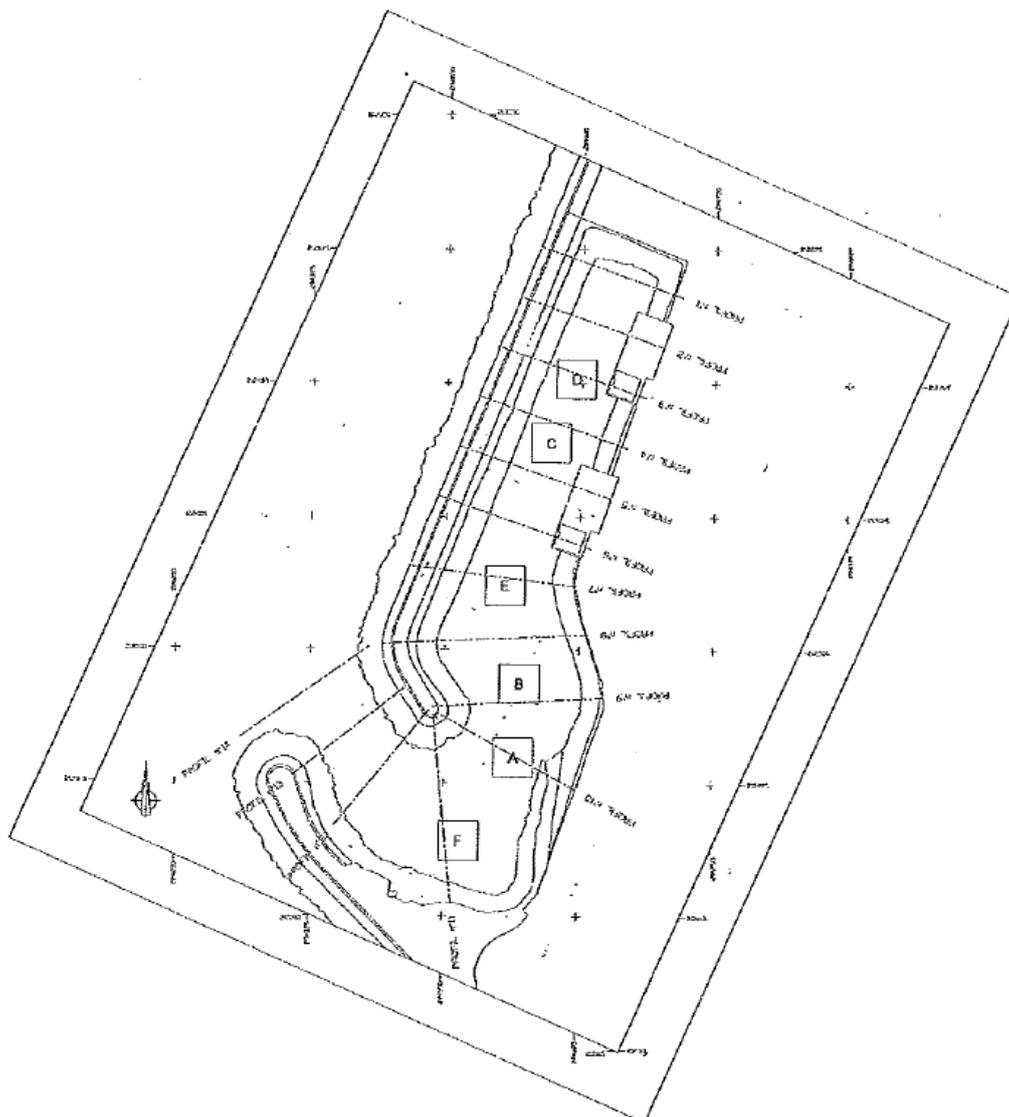


Figure 4.p : Localisation des points de prélèvements des échantillons de sédiments du canal d'amenée de Flamanville

Concernant la granulométrie des sédiments, le canal d'amenée du site de Flamanville est majoritairement composé de graviers sableux ($63 \mu\text{m} < \varnothing \text{particules} < 2 \text{ mm}$). On peut toutefois noter une évolution granulométrique entre l'amont du canal (entrée sur la Manche) et l'aval (fond du canal) avec des sédiments plus grossiers à l'amont qu'à l'aval.

Les analyses granulométriques sont présentées dans le [Tableau 4.n](#).

Tableau 4.n : Analyses granulométriques des prélèvements du 31 juillet 2018³⁰

Granulométrie								
Classification des sédiments		Unité	Amont du canal		→ Aval du canal			
			F	A	B	E	C	D
Silts et argiles	< 2 µm	%	0	0	0	0	0	0
	2 à 63 µm	%	13,47	5,93	6,59	7,48	43,5	38,29
Sables fins	63 à 200 µm	%	45,5	44,68	40,48	34,52	34,25	43,84
Sables moyens à grossiers	200 à 2 000 µm	%	41,03	49,39	52,92	57,98	22,25	17,88
Graviers	> 2 mm	%	0	0	0	0	0	0
Matière sèche								
Teneur en matières sèches à 105°C		%	72,0	73,3	70,9	73,8	64,5	65,0

Ainsi :

- Sur la majorité du canal (points F à E), les matériaux demeurent peu cohésifs avec une fraction fine (< 2 µm et 2 – 63 µm) en faible pourcentage. A l'inverse, sur les points à l'aval du canal (points C et D), les matériaux sont cohésifs avec une fraction fine (2 – 63 µm) en pourcentage élevé.
- Une évolution granulométrique nette entre l'amont du canal, caractérisé par un sédiment plus grossier à l'amont qu'à l'aval du canal d'amenée. On peut distinguer deux zones : Zone 1 (prélèvements F à E) et Zone 2 (prélèvements C et D).
- Une fraction de matière sèche variant de 64,5 à 73,8 % attestant de la présence d'une fraction organique mélangée au sédiment minéral.

Concernant la caractérisation chimique et physico-chimique des sédiments, les résultats sont présentés dans le [Tableau 4.o](#). La composition des sédiments analysés respecte les niveaux de référence de l'arrêté du 30 juin 2020³¹.

³⁰ Labéo – Franck Duncombe. 2018. Rapports d'analyses : analyses des sédiments du canal d'amenée du site de Flamanville.

³¹ Arrêté du 30 juin 2020 modifiant l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement.

Tableau 4.0 : Résultats des prélèvements du canal d'amenée de Flamanville en 2018³²

Paramètres	Point F	Point A	Point B	Point E	Point C	Point D	Niveau N1 ³³
Éléments traces métalliques (mg/kg de MS)							
Arsenic	7,19	5,78	5,48	7,27	6,76	6,54	25
Cadmium	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,11	0,12	1,2
Chrome	16,4	17,9	14,5	18,4	25,3	29,6	90
Cuivre	1,69	1,88	2,05	1,5	6,12	5,11	45
Mercure	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,02	0,4
Nickel	6,33	5,95	5,35	6,01	9,9	12,2	37
Plomb	8,59	8,6	8,72	9,22	12,4	15,6	100
Zinc	12,2	11,6	11,9	12	37,3	31,4	276
Fer	5 906	5 610	5 634	6 712	9 216	11 332	/
Aluminium	19 220	19 695	19 789	21 643	24 093	25 965	/
PCB (mg/kg MS)							
PCB totaux	< 0,035	< 0,035	< 0,035	< 0,035	< 0,035	< 0,035	
PCB congénère 28	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005
PCB congénère 52	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005
PCB congénère 101	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01
PCB congénère 118	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01
PCB congénère 138	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,02
PCB congénère 153	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,02
PCB congénère 180	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01
Composés organoétains (µg/kg MS)							
MBT (Monobutylétain)	< 100	N.M*	< 100	< 100	< 100	< 100	/
DBT (Dibutylétain)	< 100	N.M*	< 100	< 100	< 100	< 100	/
TBT (Tributylétain)	< 100	N.M*	< 100	< 100	< 100	< 100	100
HAP (mg/kg MS)							
Acénaphène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,015
Acénaphthylène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,04
Anthracène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,085
Benzo(a)anthracène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,015	0,26
Benzo(b)fluoranthène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,017	0,024	0,4
Benzo(k)fluoranthène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,2
Benzo(g,h,i)pérylène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	1,7
Benzo(a)pyrène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,015	0,43
Chrysène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,013	0,38

³² Labéo – Franck Duncombe. 2018. Rapports d'analyses : analyses des sédiments du canal d'amenée du site de Flamanville.

³³ Arrêté du 30 juin 2020 modifiant l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement.

Paramètres	Point F	Point A	Point B	Point E	Point C	Point D	Niveau N1 ³³
Dibenzo (a,h) anthracène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,06
Fluoranthène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,027	0,6
Fluorène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,02
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	1,7
Naphtalène	0,016	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,014	0,16
Phénanthrène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,015	0,016	0,24
Pyrène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,026	0,5
Méthyl 2 naphtalène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	/
Méthyl 2 fluoranthène	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	/
Physico-chimie (g/kg MS)							
Azote Kjeldhal	< 0,28	< 0,28	< 0,28	< 0,28	1,08	0,91	/
Phosphore	0,284	0,293	0,281	0,291	0,418	0,481	/
COT	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	/
Microbiologie (UFC/g)							
<i>Escherichia coli</i>	< 2	< 2	2	< 2	2	38	/
Entérocoques	4	2	4	6	6	350	/
<i>Clostridium perfringens</i>	< 40	< 10	< 40	< 10	< 10	40	/

* Non Mesuré car extraction inexploitable.

4.1.6. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LES EAUX DE SURFACE

Thème	Synthèse des enjeux
Hydrologie	<p>À Flamanville l'onde de marée est de type semi-diurne. Les courants de marée sont globalement dirigés vers le Pas-de-Calais et la Mer du Nord mais aux alentours du Cotentin, les courants peuvent avoir des trajectoires oscillantes ou circulaires appelées « gyres ». Aux abords du site, la vitesse maximale de courant de marée de vive-eau moyenne est de 2,5 nœuds. La houle maximale annuelle est de 6,1 m.</p> <p>Le réseau hydrographique continental régional est dense et fragmenté. Aux abords du site, on recense quatre petits fleuves côtiers :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La Diélette, de 12,6 km de linéaire, qui passe à environ 2 km au nord du site de Flamanville ; • Le Petit Douet, de 5,2 km de linéaire, qui passe à environ 4 km au nord du site de Flamanville ; • Le Grand Douet, de 10,1 km de linéaire, qui passe à environ 5 km au nord du site de Flamanville ; • Le But, de 7,7 km de linéaire, qui passe à environ 5 km au sud du site de Flamanville. <p>Le site de Flamanville réalise des prélèvements d'eau dans la Manche et les cours d'eau la Diélette, Le Petit Douet et le Grand Douet.</p>

Thème	Synthèse des enjeux
<p>Régime thermique</p>	<p>Variations temporelles des températures à la prise d'eau</p> <p>La température de la mer à la prise d'eau du site de Flamanville présente une variation saisonnière avec une température moyenne en août de 17,9°C (mois le plus chaud) et 9,0°C en février (mois le plus froid), et des extrêmes mesurés variant de 6,5°C à 19,4°C. La température moyenne annuelle sur la période [1988-2019] est de 13,2°C. L'analyse des variations interannuelles observées sur la période [1988-2019] montre une tendance en légère hausse des températures à la prise d'eau. Lorsque l'on scinde la période en deux, on observe qu'entre la période [1988-2003] et la période [2004-2019], la température moyenne annuelle a augmenté de 0,5°C, ce qui représente une augmentation moyenne d'environ 0,3°C par période de 10 ans.</p> <p>Ainsi, l'analyse réalisée sur les températures d'eau mesurées au niveau de la prise d'eau pendant plus de 30 ans montre une évolution à la hausse des valeurs moyennes annuelles.</p> <p>Variations spatiales des T°eau en mer liées aux rejets des réacteurs 1 et 2 en exploitation</p> <p>Le bilan des rejets thermiques sur la période 2010-2019 a mis en évidence un échauffement au rejet de 12,7°C en moyenne pour le réacteur 1 et le réacteur 2 (hors situation particulière d'exploitation et hors arrêt de réacteur) pour une limite fixée à 15°C. La valeur moyenne de la température au rejet est de 23,9°C pour les réacteurs 1 et 2 en période hivernale et elle est de 29,5°C pour le réacteur 1 et 29,4°C pour le réacteur 2 en période estivale pour des limites fixées à 30°C et 35°C. Les valeurs maximales de la température calculée à 50 m des rejets sont respectivement de 26,4°C pour le réacteur 1 et de 26,6°C pour le réacteur 2 pour une limite fixée à 30°C.</p> <p>Les variations de températures en mer liées aux rejets des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville sont caractérisées par l'intermédiaire des campagnes de thermographies aériennes et d'un modèle numérique 3D permettant de simuler la dispersion du panache thermique. Ces données montrent que le panache thermique se déplace périodiquement en fonction des courants de marées. Le maximum instantané d'échauffement sur la colonne d'eau à 50 m des rejets 1 et 2 calculé par le modèle 3D est de 6,6°C (atteint en marée de morte-eau moyenne ou exceptionnelle). L'échauffement résiduel moyen sur la marée calculé à la prise d'eau et à la côte est inférieur à 1°C. La colonne d'eau est stratifiée dans la zone proche du rejet : à 50 m des rejets, le jet chaud n'est pas encore remonté en surface, en revanche, à 500 m des rejets, le maximum d'échauffement se trouve bien en surface. En surface, la surface d'échauffement maximum (moyen) supérieur à 1°C atteint 25,9 km² (5,7 km²) en marée de morte-eau exceptionnelle et la surface d'échauffement maximum (moyen) supérieur à 2°C atteint 6,4 km² (0,02 km²) en marée de morte-eau exceptionnelle. Au fond, les surfaces d'échauffement supérieur à 2°C sont très réduites (< 0,01 km²).</p>
<p>Qualité écologique et chimique de l'eau</p>	<p>À l'échelle de la masse d'eau côtière « Cap de Carteret – Cap de La Hague », l'état écologique est bon tandis que l'état chimique est mauvais d'après l'état des lieux 2019 du SDAGE Seine-Normandie. Les paramètres déclassants de l'état chimique sont les PCB, qui ne sont pas rejetés par le site de Flamanville.</p> <p>La masse d'eau continentale « la Diélette de sa source à la mer » est en état écologique moyen et en bon état chimique d'après l'état des lieux 2019 du SDAGE Seine-Normandie. Le paramètre déclassant est l'IBD (Indice Biologique Diatomées).</p> <p>La masse d'eau continentale « ruisseau le Grand Douet » est en bon état écologique et en état chimique mauvais d'après l'état des lieux 2019 du SDAGE Seine-Normandie. Le paramètre déclassant est le benzo(a)pyrène.</p> <p>La masse d'eau continentale « ruisseau le Petit Douet » est en état écologique et chimique moyen d'après l'état des lieux 2019 du SDAGE Seine-Normandie. Les paramètres déclassants sont l'IBD, le benzo(a)pyrène et le benzo(ghi)pérylène.</p> <p>En ce qui concerne la qualité écologique et chimique de la Manche à l'échelle du secteur de Flamanville, les mesures chimiques, physico-chimiques et biologiques réalisées sur la période 2010-2019, traduisent des caractéristiques typiques d'un écosystème côtier de la Manche. Les conclusions relatives aux différents compartiments biologiques étudiés sont présentées au Paragraphe 4.1.4.2.</p>

Thème	Synthèse des enjeux
<p>Hydro-morphologie et transports solides</p>	<p>Les fonds aux abords du site sont peu profonds, faiblement inclinés et accidentés. Les sédiments sont majoritairement composés de graviers sableux. La zone située au droit du site de Flamanville, exposée aux houles, est néanmoins composée de roche vers la côte. Plus au large le secteur est moins exposé à la houle et est composé de graviers sableux.</p> <p>Le canal d'aménée du site de Flamanville est également majoritairement composé de graviers sableux. On peut toutefois noter une évolution granulométrique entre l'amont du canal (entrée sur la Manche) et l'aval (fond du canal) avec des sédiments plus grossiers à l'amont qu'à l'aval. Par ailleurs, la composition des sédiments du canal d'aménée du site de Flamanville respecte les niveaux de référence de l'arrêté du 30 juin 2020.</p>

ÉVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT EN L'ABSENCE DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET

Indépendamment du fonctionnement du site de Flamanville, et en l'absence de la mise en œuvre du réacteur 3, les milieux aquatiques de la Manche et des cours d'eau côtiers du bassin Seine-Normandie sont susceptibles d'évoluer, notamment avec le déploiement des actions prévues dans le programme de mesures du SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) Seine-Normandie qui visent à améliorer l'état des masses d'eau d'un point de vue qualitatif et quantitatif.

Ce programme de mesures vise à aboutir à une amélioration de la qualité du milieu à l'échelle du bassin grâce à :

- La **réduction des pollutions ponctuelles** dues aux rejets des collectivités et des industriels (micropolluants), **la réduction des pollutions diffuses agricoles**.
- La **protection des milieux aquatiques et humides** (entretien, restauration ou renaturation des milieux et restauration de la continuité écologique).
- La **gestion quantitative** (débits et prélèvements) de la ressource en eau.
- L'**amélioration des connaissances** (substances prioritaires et dangereuses).
- L'**amélioration de la gouvernance** (structure de gestion locale, cellules d'animation, sensibilisation, formation et éducation).

À l'échelle de la masse d'eau côtière FRHC4 : « Cap de Carteret – Cap de La Hague », les pressions identifiées sont liées aux micropolluants métalliques (plomb, mercure) et aux micropolluants organiques (PCB, HAP) qui ont pour origine les apports par la Seine (amont) et les stocks sédimentaires historiques. Les objectifs de bon état écologique et chimique pour cette masse d'eau ont été fixés à 2015 par le SDAGE 2016-2021.³⁴

À l'échelle des masses d'eau superficielle concernées par la mise en service du réacteur 3 (masses d'eau FRHR359 « Diélette », FRHR_C04-I6608200 « Petit Douet » et FRHR_C04-I6607800 « Grand Douet »), les pressions identifiées sont liées à des pressions domestiques (macropolluants suite aux rejets des stations d'épuration) et au phosphore diffus (lessivage des sols agricoles).

³⁴ L'annulation du SDAGE 2016-2021 du bassin Seine-Normandie par jugements du Tribunal administratif de Paris les 19 et 26 décembre 2018 a rendu de nouveau applicable le plan de gestion précédent, à savoir le SDAGE 2010-2015 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands, adopté par le Comité de Bassin le 29 octobre 2009. Les objectifs d'atteinte du bon état prévus par le SDAGE 2010-2015 sont les suivants : masse d'eau FRHC04 et FRHR_C04-I6607800 : bon état chimique et écologique en 2015 ; FRHR359, FRHR_C04-I6608200 : bon état chimique en 2021, bon état écologique en 2015.

Pour la masse d'eau FRHR359, la date d'objectif d'atteinte du bon état chimique n'est pas fixée par le SDAGE 2016-2021. L'objectif d'atteinte du bon état écologique est fixé à 2021. Pour les masses d'eau FRHR_C04-I6608200 et FRHR_C04-I6607800, la date d'objectif d'atteinte du bon état chimique n'est pas fixée non plus par le SDAGE 2016-2021. L'objectif d'atteinte du bon état écologique est fixé à 2015.

L'ensemble des mesures présentées ci-dessus devraient permettre de lutter contre les pressions identifiées sur la masse d'eau et conforter les objectifs de maintien ou d'atteinte du bon état écologique et chimique de ces masses d'eau de surface.

Prise en compte des évolutions climatiques

Parmi les différentes variables climatiques susceptibles d'influencer l'évolution du milieu aquatique et ainsi d'interagir avec les résultats de la présente étude, la température de l'eau de mer est une des variables sur laquelle une tendance d'évolution est avérée, en lien avec les évolutions globales observées au niveau du système océan-atmosphère.

Dans le cadre de la présente étude, les tendances actuellement observées sur la température de l'eau de la Manche à proximité du site de Flamanville montrent une évolution d'environ 1°C sur une période de 30 ans.

Les projections hydro-climatiques réalisées à partir des modèles climatiques globaux permettent de définir une évolution moyenne de 2 et 4°C à horizon 60 ans (durée du projet) sur les températures d'eau en Manche en l'absence de la mise en œuvre du projet.

4.2.

ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES EAUX DE SURFACE

4.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES SUR L'HYDROLOGIE

Cette partie concerne l'évaluation de l'impact du site de Flamanville (réacteurs 1, 2 et 3) sur l'hydrologie de la Manche, de la Diélette, du Petit Douet et du Grand Douet lié aux prélèvements et à la consommation d'eau, ainsi qu'aux aménagements du site de Flamanville présents au niveau de ces masses d'eau.

4.2.1.1. PRÉLÈVEMENTS D'EAU DOUCE

La Diélette

Le débit de prélèvement **maximal** autorisé en régime exceptionnel³⁵ dans la Diélette est de 68 L/s (45 L/s en régime normal).

Le débit moyen interannuel de la Diélette sur la période [2002-2019] est de 554 L/s et le QMNA5 (débit moyen mensuel minimum de fréquence de récurrence 5 ans) de 180 L/s. Le débit de prélèvement maximal autorisé en régime exceptionnel représente donc un prélèvement de 12 % du débit moyen de la Diélette. Il est à noter que le débit réservé³⁶ de la Diélette est fixé à 53 L/s et le site prend toutes les dispositions nécessaires pour respecter ce débit en aval du prélèvement, notamment via un contrôle en continu du débit de la Diélette.

Le Petit Douet

Le débit de prélèvement **maximal** autorisé en régime exceptionnel dans le Petit Douet est de 83 L/s (45 L/s en régime normal). Ce débit inclut l'apport du Grand Douet.

Le débit moyen interannuel du Petit Douet sur la période [2002-2019] est de 163 L/s et le QMNA5 de 47 L/s. Le débit de prélèvement maximal autorisé en régime exceptionnel représente donc un prélèvement de 51 % du débit moyen du Petit Douet. Il est important de noter que le débit réservé du Petit Douet est fixé à 16 L/s et que le site prend toutes les dispositions nécessaires pour respecter ce débit en aval du prélèvement, notamment via un contrôle en continu du débit du Petit Douet.

³⁵ Le régime exceptionnel n'est applicable que lorsqu'une des deux stations de pompage est indisponible (station de pompage de Siouville : Petit et Grand Douet, station de la Diélette), et doivent être de courte durée.

³⁶ Débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces dans le cours d'eau.

Le Grand Douet

Une dérivation est pratiquée du Grand Douet vers le Petit Douet. Elle est autorisée pour un prélèvement maximal de 31 L/s en régime exceptionnel et normal dans le Grand Douet.

Le débit moyen interannuel du Grand Douet sur la période [2002-2019] est de 301 L/s et le QMNA5 de 53 L/s. Le débit de prélèvement maximal autorisé représente donc un prélèvement de 10 % du débit moyen du Grand Douet. Il est à noter que le débit réservé du Grand Douet est fixé à 23 L/s et que le site prend toutes les dispositions nécessaires pour respecter ce débit en aval du prélèvement, notamment via un contrôle en continu du débit du Grand Douet.

Par ailleurs, des actions sont prévues (et menées depuis plusieurs années par le site) pour diminuer sa consommation d'eau dans ces trois cours d'eau. Les efforts portent sur :

- **L'exploitation des réacteurs** : en terme de besoin en eau déminéralisée, le réacteur 3 se caractérise par un système de conditionnement chimique du poste d'eau au démarrage qui donne une meilleure qualité d'eau. Cela permet ainsi de réduire de 30 % la consommation d'eau au démarrage (rapporté à la puissance installée). En fonctionnement normal la consommation d'eau déminéralisée (rapportée à la puissance installée) est comparable à celle d'un réacteur de 1 300 MWe.
- **L'exploitation de la station de déminéralisation**, au travers de la réduction à la source des besoins en eau douce filtrée et en eau déminéralisée, et au travers de l'installation d'une unité de dessalement visant à produire de l'eau déminéralisée à partir d'eau de mer pour les besoins des trois réacteurs du site de Flamanville et ainsi suppléer en partie la station de déminéralisation actuelle, consommatrice d'eau douce superficielle.

Concernant les aménagements liés aux prélèvements d'eau, les réacteurs 1-2 et le réacteur 3 utilisent des ouvrages communs au site de Flamanville. Ces ouvrages sont déjà existants et suffisamment dimensionnés pour l'ensemble des trois réacteurs.

Les trois prises d'eau douce sont situées en berge et ne font pas saillie sur les cours d'eau.

À proximité des prises d'eau du Petit Douet et de la Diélette, deux seuils gonflables, appartenant au site, sont présents. Ils sont gonflés seulement une partie de l'année afin de maintenir une ligne d'eau suffisante pour les stations de pompage. A l'aval de la prise d'eau du Grand Douet est établi un seuil déversant qui permet d'alimenter la prise d'eau en période d'étiage. La hauteur de chute de cet ouvrage est de quelques centimètres (différence de niveau moins de 20 cm).

Aucun de ces ouvrages n'est référencé ROE (Référentiel national des Obstacles à l'Écoulement).

4.2.1.2. PRÉLÈVEMENTS D'EAU DE MER

L'eau de mer est dirigée via un chenal jusqu'aux trois stations de pompage (une par réacteur). L'essentiel de cette eau est utilisé pour le refroidissement des condenseurs des turbines à vapeur. La quantité d'eau prélevée par le site (débits des réacteurs 1 et 2, et débit prévu du réacteur 3) s'élève à 13,46 millions de m³/jour. Toutefois, le volume prélevé en mer est intégralement restitué en mer de par la conception de la source froide en circuit ouvert.

Ainsi, au regard des éléments présentés ci-dessus, les prélèvements d'eau douce effectués dans les trois cours d'eau côtiers par le site de Flamanville (réacteurs 1, 2 et 3) sont réalisés en respectant les débits réservés, afin de permettre de garantir un débit minimum biologique, et maintenir la circulation et la reproduction des espèces dans ces trois cours d'eau concernés. Les aménagements liés aux prélèvements d'eau sont déjà existants et suffisamment dimensionnés pour l'ensemble des trois réacteurs. Les ouvrages associés à ces prises d'eau (deux seuils gonflables gonflés uniquement une partie de l'année à proximité des prises d'eau du Petit Douet et de la Diélette, et seuil de moins de 20 cm à l'aval de la prise d'eau du Grand Douet) ne sont pas référencés dans le ROE (Référentiel national des Obstacles à l'Écoulement). Les prélèvements d'eau en mer du site de Flamanville (réacteurs 1, 2 et 3) quant à eux restitués en intégralité dans le milieu, et n'ont pas d'incidence sur les écoulements.

4.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA TEMPÉRATURE DES EAUX DE SURFACE

Les incidences sur le milieu aquatique liées à la mise en service du réacteur 3 (EPR) du site de Flamanville sont notamment associées aux rejets thermiques, qui sont règlementés suivant les autorisations de rejet en vigueur (Cf. [Paragraphe 2.4.2 du Chapitre 2](#)).

L'eau du circuit de refroidissement du réacteur 3 est prélevée dans le canal d'amenée, au droit du réacteur 3, puis intégralement rejetée en mer au moyen d'un ouvrage de rejet dédié, dont la description est donnée au [Paragraphe 2.2.5 du Chapitre 2](#) ainsi qu'en [Annexe 1](#). L'ouvrage de rejet du réacteur 3 est situé à 160 m au nord-nord-ouest du point de rejet du réacteur 2, à une distance de l'ordre de 600 m au large du site.

4.2.2.1. LIMITES DE REJETS THERMIQUES DU SITE DE FLAMANVILLE

Les limites relatives aux rejets thermiques du site de Flamanville, et notamment du réacteur 3 (EPR) sont rappelées dans le tableau suivant :

Tableau 4.p : Limites des rejets thermiques - Site de Flamanville

Période	Échauffement maximal ΔT_{max} (°C)		Température maximale au rejet T _{rejet max} (°C)	Température maximale en mer à 50 m T _{50 m max} ³⁷ (°C)
Du 1er novembre au 31 mai	<u>INB n° 108</u> <u>et n° 109</u> (réacteurs 1	<u>INB n° 167</u> (réacteur 3	30°C	30°C
Du 1er juin au 31 octobre	<u>et 2)</u> 15°C	<u>EPR)</u> 14°C	35°C	30°C
Situations particulières (la durée cumulée n'excède pas 20 jours par an)	21°C		/	/

où :

- l'échauffement ΔT est calculé à partir de la puissance des unités de production et du débit des prélèvements d'eau en mer des pompes d'aspiration de chaque réacteur,
- la température au rejet (T_{rejet}) est calculée à partir de la température mesurée en entrée de la prise d'eau (T_e) et de l'échauffement calculé (ΔT) : $T_{rejet} = T_e + \Delta T$.

4.2.2.2. INCIDENCE DE L'AJOUT DU RÉACTEUR 3 (EPR) SUR LES VARIATIONS DE LA TEMPÉRATURE EN MER

Les variations de température induites par l'ajout du réacteur 3 du site de Flamanville sont étudiées à l'aide du modèle numérique présenté au [Paragraphe 4.1.3.2.2.2.](#)

Ces données permettent d'étudier la position du panache selon plusieurs configurations de fonctionnement du site et pour différentes conditions de marées par comparaison au panache des réacteurs 1 et 2 (Cf. [Paragraphe 4.1.3.](#)).

Les fonctionnements du site simulés sont :

- trois réacteurs en fonctionnement normal (à 100 % de puissance) ;
- réacteurs 1 et 2 en fonctionnement normal (à 100 % de puissance) et réacteur 3 (EPR) en fonctionnement particulier³⁸ ;
- réacteur 3 (EPR) seul en fonctionnement normal (à 100 % de puissance).

³⁷ La température de l'eau de mer reste inférieure à 30°C au-delà d'un rayon de 50 m autour des rejets.

³⁸ Les situations pour lesquelles le réacteur 3 est en fonctionnement particulier correspondent aux situations particulières d'exploitation mentionnées dans la décision individuelle du site : indisponibilité d'une pompe de circulation, nettoyage de la station de pompage. Dans ces situations, l'échauffement peut dépasser 14°C pour le réacteur 3, dans la limite de 21°C. D'après le bilan du retour d'expérience réalisé pour les réacteurs 1 et 2 (Cf. [Paragraphe 4.1.3.2.1.](#)), l'occurrence de ces situations particulières d'exploitation est très faible et correspond à quelques heures par an.

Les simulations ont été réalisées avec :

- un débit de rejet de 45 m³/s par réacteur et un échauffement imposé au rejet de 15°C (qui correspond à la limite réglementaire) pour les réacteurs 1 et 2 en fonctionnement normal ;
- un débit de rejet de 58 m³/s et un échauffement imposé au rejet de 14°C (qui correspond à la limite réglementaire) pour le réacteur 3 en fonctionnement normal ;
- un débit de rejet de 36 m³/s et un échauffement imposé au rejet de 21°C (qui correspond à la limite réglementaire dans les situations particulières d'exploitation) pour le réacteur 3 en fonctionnement particulier.

Le [Tableau 4.q](#) synthétise les conditions de rejet (débits et échauffements) pour chaque réacteur ainsi que les conditions de marée étudiées pour chaque configuration de fonctionnement du site.

Tableau 4.q : Caractéristiques des rejets et conditions de marée pour chaque configuration de fonctionnement

Fonctionnement du site	Conditions de marées	Débit et échauffement aux rejets	Réacteur 1	Réacteur 2	Réacteur 3 (EPR)
Trois réacteurs en fonctionnement normal aux limites	Morte-eau – ME 30 Morte-eau – ME 45	Q (m ³ /s)	45	45	58
	Vive-eau – VE 95 Vive-eau – VE 110	ΔT (°C)	15	15	14
Réacteur 3 (EPR) seul en fonctionnement normal aux limites	Morte-eau – ME 30 Morte-eau – ME 45	Q (m ³ /s)	/	/	58
	Vive-eau – VE 95 Vive-eau – VE 110	ΔT (°C)	/	/	14
Réacteurs 1 et 2 en fonctionnement normal + réacteur 3 (EPR) en fonctionnement particulier ³⁷	Morte-eau – ME 30	Q (m ³ /s)	45	45	36
	Morte-eau – ME 45	ΔT (°C)	15	15	21

4.2.2.2.1.1. Évolution du panache thermique au cours de la marée

L'évolution du panache thermique aux différents instants de la marée est présentée pour chaque type de fonctionnement des réacteurs (Cf. [Tableau 4.q](#)) en donnant la carte des températures de surface. Les images sont générées toutes les deux heures à partir de la Pleine Mer (PM) pour un cycle complet de marée (la durée d'une marée complète est d'environ 12 h 30).

La description du panache thermique avant démarrage du réacteur 3, présentée au [Paragraphe 4.1.3.2.2.2](#), permet de donner l'état initial afin d'appréhender l'impact de l'ajout d'un réacteur supplémentaire.

4.2.2.1.1.1. Fonctionnement normal à trois réacteurs

Ce paragraphe présente l'impact de l'ajout du réacteur 3 (EPR) dans le cas d'un fonctionnement normal des trois réacteurs (1, 2 et 3) à pleine puissance, avec un échauffement au rejet maximal correspondant aux limites réglementaires (Cf. [Tableau 4.p](#)).

- **Cas d'une marée de morte eau moyenne (coefficient de marée de 45)**

La [Figure 4.q](#) présente l'évolution du panache thermique en surface au cours d'une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45).

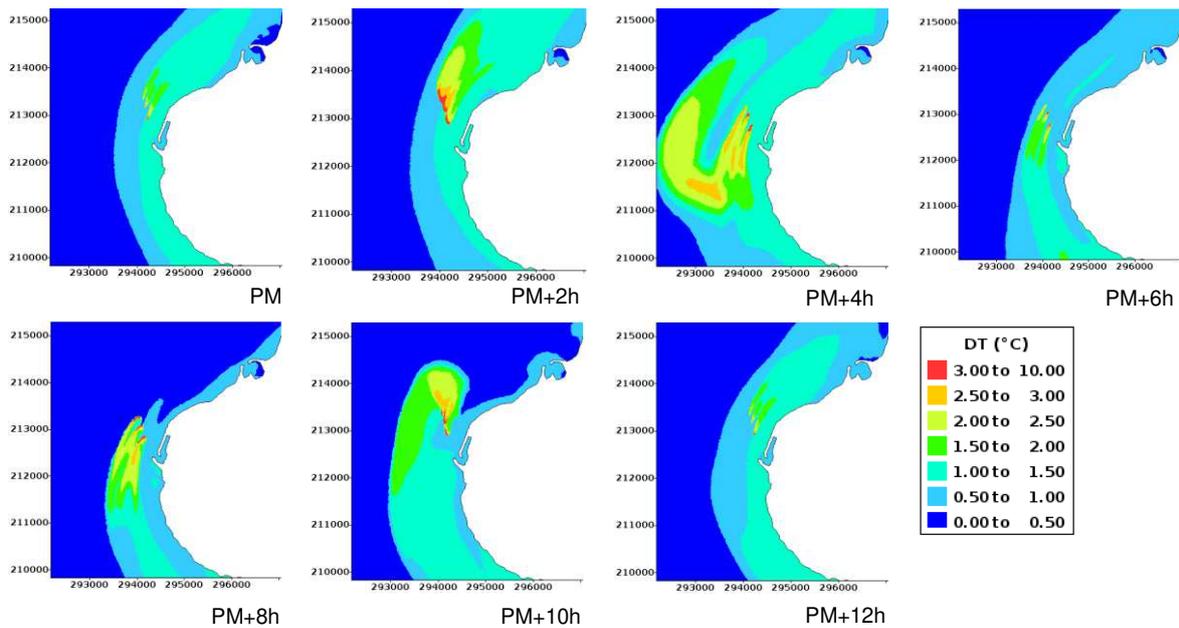


Figure 4.q : Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45) en champ proche

Le comportement général du panache dépend des courants de marée et suit la même dynamique que pour le fonctionnement à deux réacteurs (1 et 2).

Les panaches de rejet des réacteurs 1, 2 et 3 sont distincts dans un rayon de quelques centaines de mètres autour des rejets puis se fondent progressivement (à certains instants de la marée, les trois rejets restent distincts sur une plus longue distance), formant ainsi une seule zone échauffée.

- **Cas d'une marée de vive eau moyenne (coefficient de 95)**

La [Figure 4.r](#) présente l'évolution du panache thermique en surface au cours d'une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95).

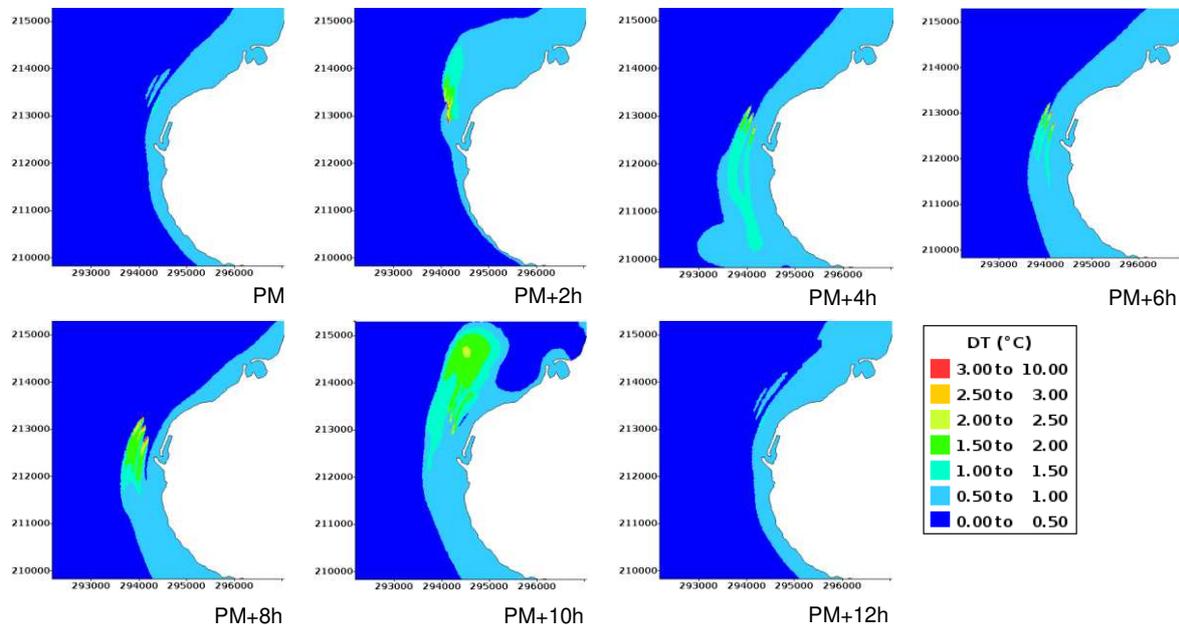


Figure 4.r : *Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95) en champ proche*

Comme pour le fonctionnement avec les deux réacteurs 1 et 2, l'étendue de la zone échauffée est plus restreinte pour une marée de vive-eau moyenne que pour une marée de morte-eau moyenne.

• **Cas des marées exceptionnelles (morte eau coefficient 30 et vive eau coefficient 110)**

La [Figure 4.s](#) présente l'évolution du panache thermique en surface au cours d'une marée de morte-eau exceptionnelle (coefficient 30).

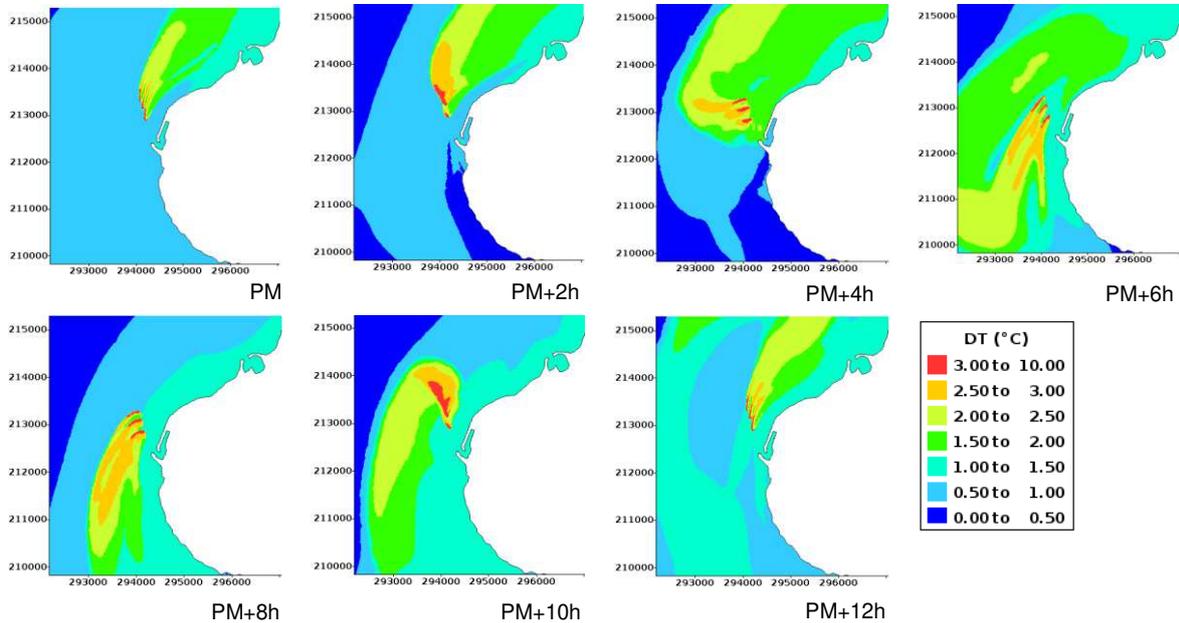


Figure 4.s : Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de morte-eau exceptionnelle (coefficient 30) en champ proche

La [Figure 4.t](#) présente l'évolution du panache thermique en surface au cours d'une marée de vive-eau exceptionnelle (coefficient 110).

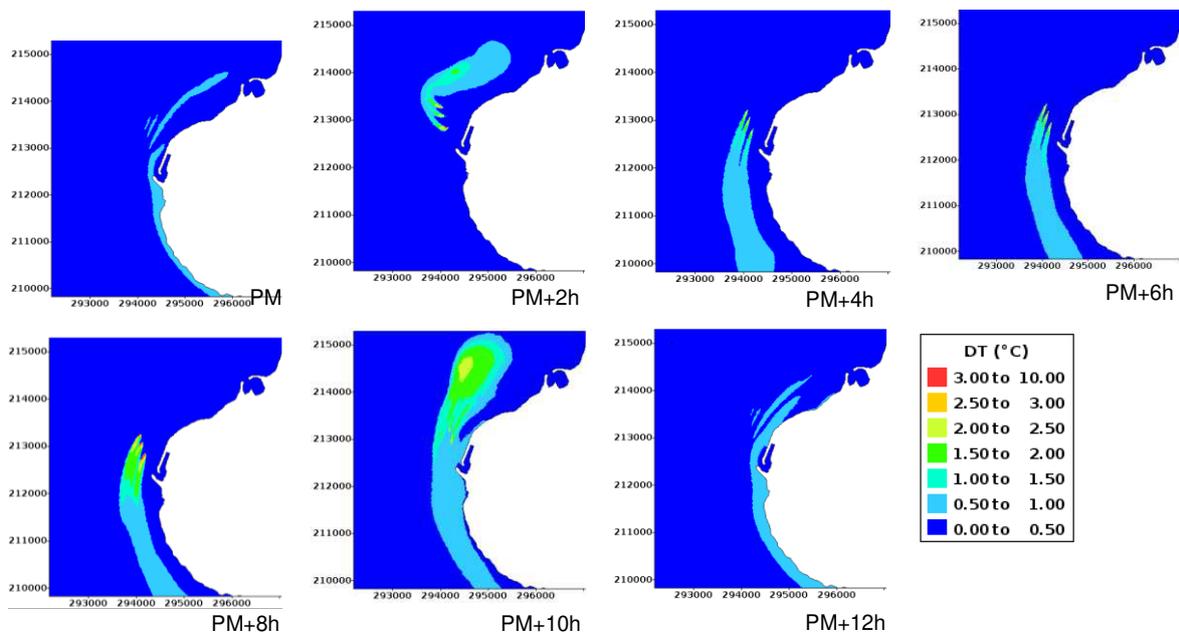


Figure 4.t : Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de vive-eau exceptionnelle (coefficient 110) en champ proche

Le comportement général du panache lors de marées exceptionnelles est similaire à celui des marées moyennes avec toutefois un panache thermique plus étalé dans le cas de la marée de morte-eau exceptionnelle et encore plus dilué dans le cas de la vive-eau exceptionnelle.

Globalement, pour l'ensemble des conditions de marée, l'ajout des rejets du réacteur 3 entraîne une augmentation de la zone d'eau échauffée. Cette augmentation sera quantifiée au [Paragraphe 4.2.2.2.1.1.3](#).

4.2.2.2.1.1.2. Fonctionnement à trois réacteurs avec réacteur 3 (EPR) en fonctionnement particulier

Dans le cas de situations particulières d'exploitation (indisponibilité d'une pompe de circulation, nettoyage de la station de pompage), les limites réglementaires (Cf. [Tableau 4.p](#)) permettent d'augmenter l'échauffement au rejet jusqu'à 21°C. Ces situations particulières sont comptabilisées chaque année et ne doivent pas dépasser une durée cumulée de 20 jours par an pour l'ensemble des réacteurs du site de Flamanville (en fonctionnement à deux réacteurs ou à trois réacteurs).

Le cas des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville en fonctionnement normal à pleine puissance et du réacteur 3 en fonctionnement particulier (Cf. [Tableau 4.g](#)) est présenté ci-dessous.

Ces situations particulières ayant une occurrence très faible (cf. bilan présenté au [Paragraphe 4.1.3.2.1](#) pour les réacteurs 1 et 2), il a été choisi de ne pas présenter l'ensemble des résultats de modélisation pour ce fonctionnement : seules les évolutions du panache thermique sont présentées ci-après.

- **Cas d'une marée de morte eau moyenne (coefficient de marée de 45)**

La [Figure 4.u](#) présente l'évolution du panache thermique en surface au cours d'une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45).

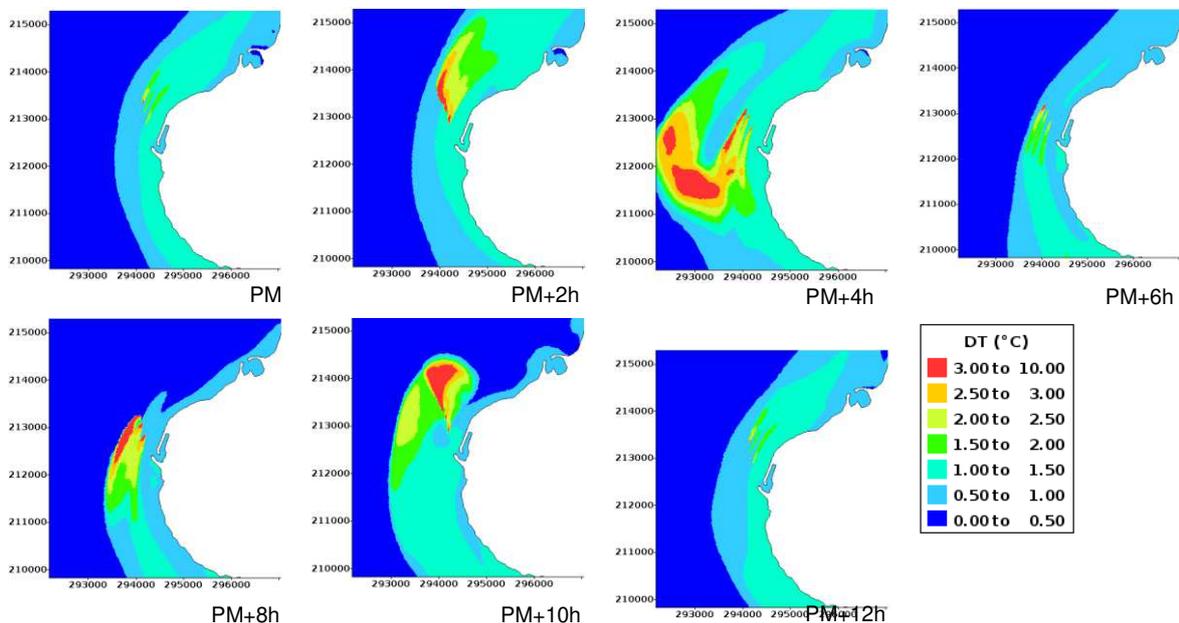


Figure 4.u : Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45) en champ proche

Par rapport à la configuration où les trois réacteurs sont en fonctionnement normal, on voit que le fonctionnement particulier du réacteur 3 entraîne un échauffement plus important en champ proche des rejets, et en particulier à proximité du rejet du réacteur 3.

En revanche, en champ plus lointain, l'effet du fonctionnement particulier du réacteur 3 est peu visible car la baisse du débit et l'augmentation de l'échauffement par rapport au fonctionnement normal ont des effets qui se compensent.

- **Cas d'une marée de vive eau moyenne (coefficient de 95)**

La [Figure 4.v](#) présente l'évolution du panache thermique en surface au cours d'une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95).

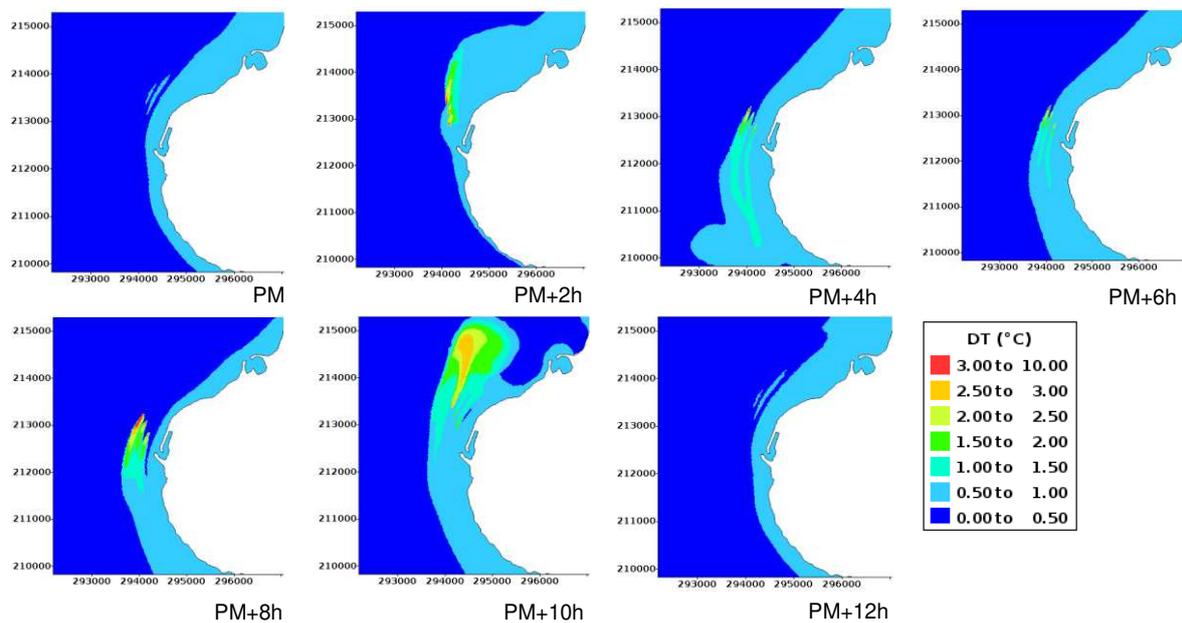


Figure 4.v : Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95) en champ proche

Une tendance à la réduction de l'échauffement avec le coefficient de marée est constatée, les conditions de vive-eau entraînant une dilution plus importante du panache (courants plus forts).

À nouveau, l'impact du fonctionnement particulier se voit sur l'échauffement résiduel à proximité des rejets.

4.2.2.2.1.3. Fonctionnement du réacteur 3 (EPR) seul

La dispersion du panache thermique relatif aux rejets échauffés par le réacteur 3 seul est également présentée pour un fonctionnement normal aux limites du réacteur 3 à pleine puissance (valeur de l'échauffement aux limites de 14°C) et un débit de rejet de 58 m³/s.

- **Cas d'une marée de morte eau moyenne (coefficient de marée de 45)**

La [Figure 4.w](#) présente l'évolution du panache thermique en surface au cours d'une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45).

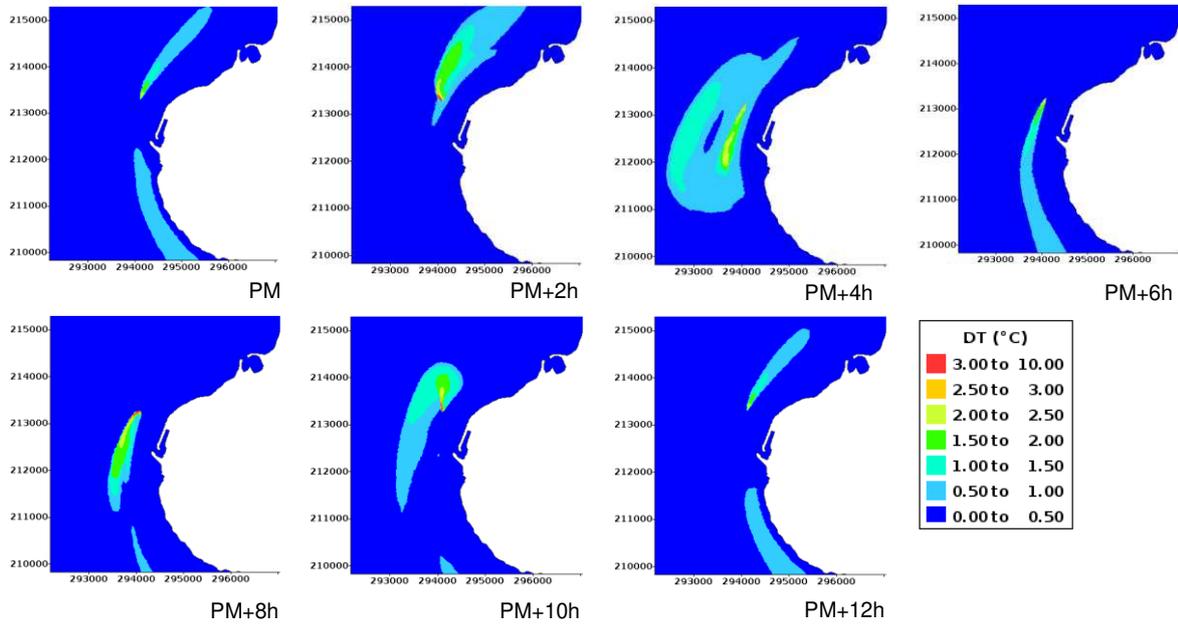


Figure 4.w : Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45) en champ proche

- **Cas d'une marée de vive eau moyenne (coefficient de 95)**

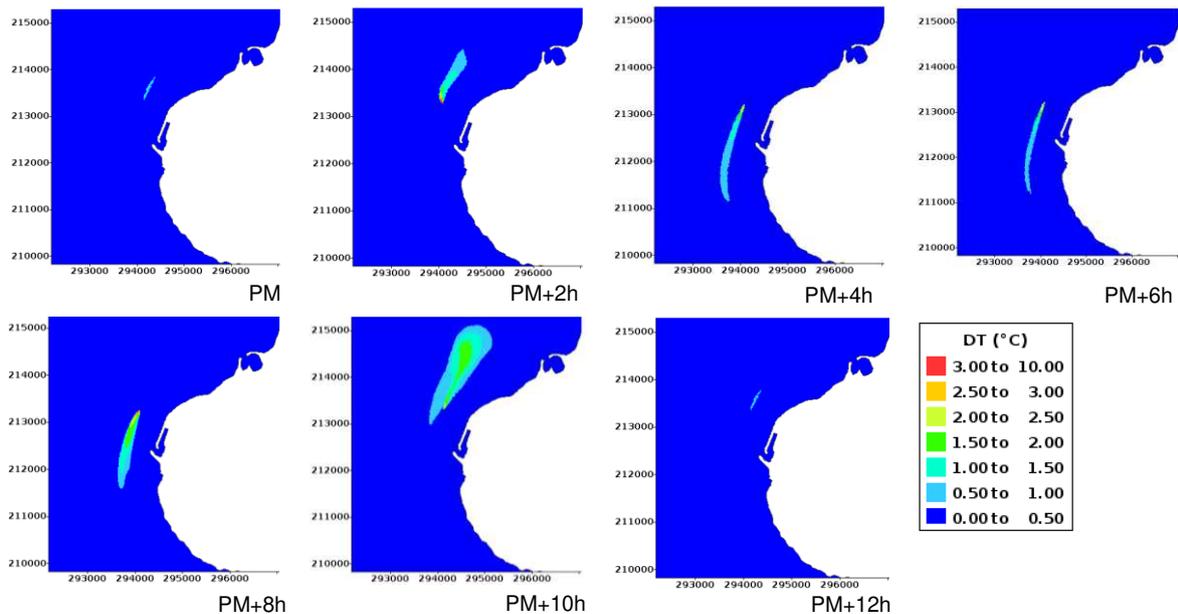


Figure 4.x : Évolution de l'échauffement en surface au cours d'une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95) en champ proche

Les résultats montrent un panache bien moins étendu que pour la configuration avec trois réacteurs en fonctionnement. Cette configuration de fonctionnement du site générant des rejets thermiques plus faibles que le fonctionnement des trois réacteurs, seuls les résultats pour des marées moyennes sont donnés.

4.2.2.2.1.2. Variation de l'échauffement en champ proche et plus lointain

Les valeurs d'échauffements (ΔT) calculés par le modèle 3D sont présentées ici en plusieurs points d'intérêt pour l'étude d'impact, correspondant à des rayons de 50 mètres, 500 mètres et 1 500 mètres autour des points de rejet, ainsi qu'à proximité de la prise d'eau (point de surveillance « Canal d'amenée ») et au niveau de la côte (points de surveillance à Diélette au nord et points Semaphore et Rozel 4 au sud du site).

La localisation des points de surveillance de l'environnement est présentée sur la [Figure 4.cc](#).

Pour chaque section (à 50, 500 et 1 500 m) et point de surveillance considéré, on indique le maximum instantané d'échauffement (maximum spatial sur le rayon ou au point considéré et temporel sur la durée de la marée) et le maximum sur le rayon considéré des valeurs moyennes d'échauffement sur le cycle de marée (maximum spatial et moyenne temporelle). Les échauffements à 500 m, 1 500 m et aux points de surveillance à la prise d'eau et à la côte sont calculés en surface (où se situe le maximum de l'échauffement sur la colonne d'eau) ; les échauffements à 50 m sont les valeurs maximales obtenues sur toute la hauteur d'eau (le maximum étant situé quelques mètres sous la surface).

4.2.2.2.1.2.1. Fonctionnement normal à trois réacteurs

Pour le fonctionnement normal aux limites à 3 réacteurs du site de Flamanville, les résultats figurent dans les [Tableau 4.r](#), [Tableau 4.s](#) et [Tableau 4.t](#).

Tableau 4.r : Échauffements maximaux sur la hauteur d'eau calculés sur un cercle de rayon 50 mètres autour de chaque point de rejet (maximum instantané et maximum des valeurs moyennes sur la marée)

Marée	ΔT max instantané (°C) à 50 m des rejets			Max des ΔT moyens (°C) à 50 m des rejets		
	Rejet 1	Rejet 2	Rejet 3 EPR	Rejet 1	Rejet 2	Rejet 3 EPR
ME 30	6,4	6,2	7,9	2,9	2,9	3,6
ME 45	6,1	6,4	8,2	2,3	2,3	2,3
VE 95	6,0	5,7	7,5	2,1	2,0	1,9
VE 110	6,0	5,5	7,6	1,9	1,9	1,9

Tableau 4.s : Échauffements maximaux en surface à 500 et 1 500 mètres des rejets (maximum instantané et maximum des valeurs moyennes sur la marée)

Marée	ΔT max instantané (°C) à 500 m des rejets	Max des ΔT moy (°C) à 500 m des rejets	ΔT max instantané (°C) à 1 500 m des rejets	Max des ΔT moy (°C) au 1 500 m des rejets
ME 30	3,6	1,9	2,7	1,7
ME 45	3,2	1,5	2,6	1,2
VE 95	2,6	1,0	2,0	0,7
VE 110	2,6	0,9	2,1	0,6

Tableau 4.t : Échauffements en surface à la prise et à la côte : maxima instantanés et valeurs moyennes sur la marée

Point de surveillance	ΔT max (°C)				ΔT moy (°C)			
	ME 30	ME 45	VE 95	VE 110	ME 30	ME 45	VE 95	VE 110
Canal d'amenée	1,9	1,2	0,7	0,5	1,1	0,9	0,6	0,4
Diélette	1,5	1,0	0,6	0,5	1,2	0,6	0,6	0,4
Semaphore	1,1	1,3	0,7	0,6	0,8	1,1	0,6	0,4
Rozel 4	0,0	1,1	0,7	0,6	0,0	0,8	0,6	0,4

Globalement, on constate une tendance à la réduction de l'échauffement avec le coefficient de marée. Le maximum d'échauffement à 50 m des rejets est de 8,2°C. Il est atteint à 50 m du rejet 3, soit à proximité du réacteur 3. En valeur moyenne sur la marée, l'échauffement maximal est de 3,6°C à 50 m des rejets du réacteur 3.

Par rapport au fonctionnement normal à deux réacteurs, l'ajout du réacteur 3 engendre une augmentation de 1,6°C (en maximum instantané) et de 0,7°C (en valeur moyenne sur la marée) de l'échauffement maximal à 50 m des rejets (tous réacteurs confondus).

La valeur maximale de l'échauffement calculé à 500 m des rejets pour l'ensemble des marées simulées est de 3,6°C (en maximum instantané) et de 1,9°C (en valeur moyenne sur la marée). Ces valeurs décroissent à 2,7°C (en maximum instantané) et 1,7°C (en valeur moyenne sur la marée) à 1 500 m des rejets.

Par rapport au fonctionnement normal à deux réacteurs (1 et 2), l'ajout du réacteur 3 engendre une augmentation de 0,7°C des échauffements maximaux à 500 m des rejets (en maximum instantané) et de 0,2°C en valeur moyenne sur la marée, de 0,2°C (en maximum instantané) et 0,4°C (en valeur moyenne sur la marée) de l'échauffement maximal à 1 500 m des rejets.

Les échauffements calculés aux points de surveillance de l'environnement (à la prise et à la côte) sont également assez peu augmentés par rapport au fonctionnement normal à deux réacteurs : augmentations de l'ordre de 0,2 à 0,3°C excepté pour le maximum instantané à la prise d'eau qui augmente de 0,6°C.

4.2.2.1.2.2. Fonctionnement du réacteur 3 (EPR) seul

Pour le fonctionnement normal du réacteur 3 seul, les résultats figurent dans les [Tableau 4.u](#), [Tableau 4.v](#) et [Tableau 4.w](#).

Tableau 4.u : Échauffements maximaux sur la hauteur d'eau calculés sur un cercle de rayon 50 mètres autour du rejet (maximum instantané et maximum des valeurs moyennes sur la marée)

Marée	ΔT max instantané (°C) à 50 m des rejets	Max des ΔT moyens (°C) à 50 m des rejets
	Rejet 3 EPR	Rejet 3 EPR
ME 30	6,5	2,8
ME 45	6,3	1,9
VE 95	6,2	1,8
VE 110	6,2	1,8

Tableau 4.v : Échauffements maximaux en surface à 500 et 1 500 mètres des rejets (maximum instantané et maximum des valeurs moyennes sur la marée)

Marée	ΔT max instantané (°C) à 500 m des rejets	Max des ΔT moy (°C) à 500 m des rejets	ΔT max instantané (°C) à 1 500 m des rejets	Max des ΔT moy (°C) au 1 500 m des rejets
ME 30	2,9	1,4	2,4	1,1
ME 45	2,6	1,0	2,1	0,7
VE 95	2,1	0,8	1,6	0,4
VE 110	2,2	0,8	1,7	0,3

Tableau 4.w : Échauffements en surface à la prise et à la côte : maxima instantanés et valeurs moyennes sur la marée

Point de surveillance	ΔT max (°C)				ΔT moy (°C)			
	ME 30	ME 45	VE 95	VE 110	ME 30	ME 45	VE 95	VE 110
Canal d'amenée	0,6	0,4	0,2	0,2	0,5	0,3	0,2	0,1
Diélette	0,6	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1
Semaphore	0,6	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1
Rozel 4	0,0	0,4	0,2	0,2	0,0	0,3	0,2	0,1

On constate à nouveau une tendance à la réduction de l'échauffement avec le coefficient de marée. Dans le cas où seul le réacteur 3 fonctionne, le maximum instantané d'échauffement à 50 m du rejet 3 est de 6,5°C, atteint pour une marée de morte-eau exceptionnelle, ce qui est similaire (- 0,1°C) au maximum instantané d'échauffement à 50 m dans le cas du fonctionnement normal à deux réacteurs.

La valeur maximale de l'échauffement à 50 m moyennée sur la marée est de 2,8°C en marée de morte-eau exceptionnelle (soit une valeur à nouveau similaire, - 0,1°C, au fonctionnement normal à deux réacteurs).

La valeur maximale de l'échauffement moyen (sur la marée) calculé à 500 m des rejets est de 1,4°C (- 0,3°C par rapport au fonctionnement normal à deux réacteurs) ; à 1 500 m des rejets, elle est de 1,1°C (- 0,2°C par rapport au fonctionnement normal à deux réacteurs).

Ainsi, le fonctionnement du réacteur 3 seul engendre des échauffements à 50, 500 et 1 500 m des rejets similaires à ceux associés au fonctionnement normal des réacteurs 1 et 2. Les échauffements engendrés par le fonctionnement du réacteur 3 seul au niveau de la prise d'eau et de la côte sont en revanche inférieurs (globalement moitié moindres) à ceux résultant du fonctionnement des réacteurs 1 et 2.

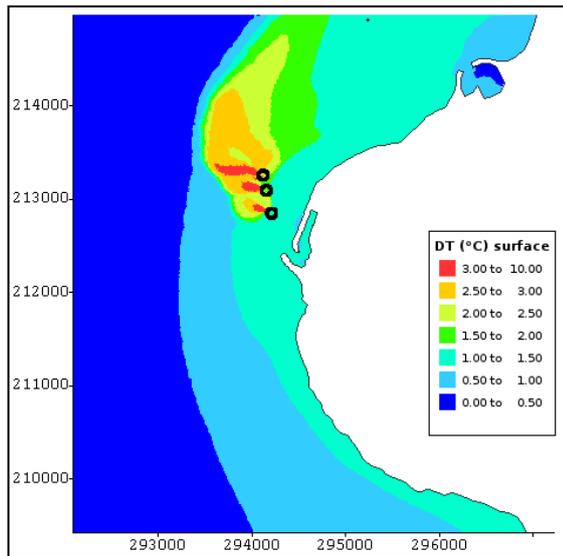
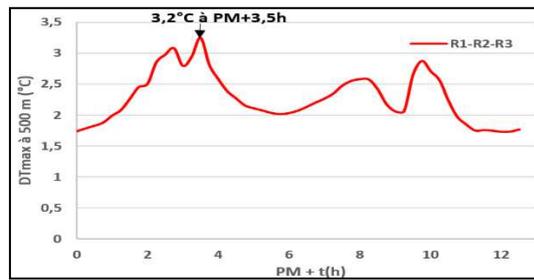
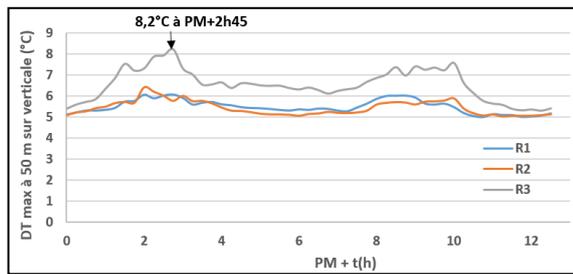
4.2.2.1.3. Variations verticales de la température

Les variations verticales de température sur un rayon de 50 mètres et de 500 mètres autour des rejets (rayon de 50 m autour de chaque rejet et ellipse à 500 m de l'ensemble des rejets) sont présentées ci-après :

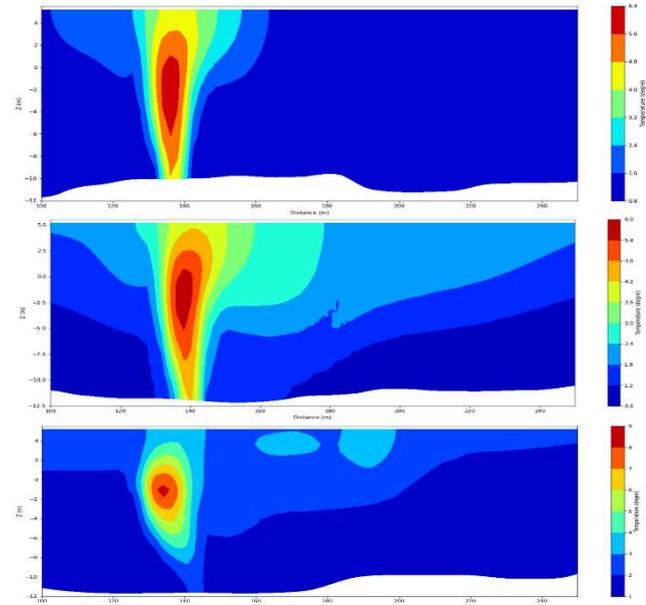
- évolution temporelle du maximum d'échauffement sur la verticale à 50 m des rejets du réacteur 1 (R1), du réacteur 2 (R2) et du réacteur 3 (R3) (graphe en haut à gauche) et à 500 m des rejets R1-R2-R3 (graphe en haut à droite) au cours du cycle de marée, afin de visualiser l'instant où le maximum est atteint ;
- échauffement en surface aux deux instants où le maximum est atteint à 50 m et à 500 m (milieu et bas gauche) ;
- coupes verticales à 50 m et à 500 m des rejets, à l'instant d'atteinte du maximum d'échauffement (milieu et bas droite), afin de visualiser la stratification thermique.

4.2.2.1.3.1. Fonctionnement normal à 3 réacteurs

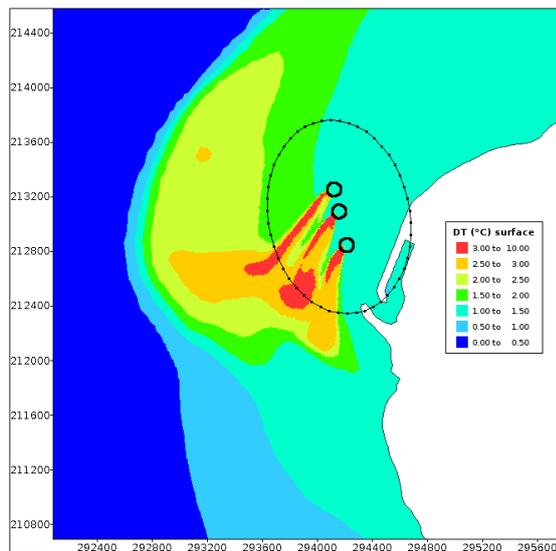
La [Figure 4.y](#) présente les variations de température en surface à 50 mètres et 500 mètres des rejets pour le fonctionnement normal à trois réacteurs du site, en marée de morte-eau moyenne (coefficient 45).



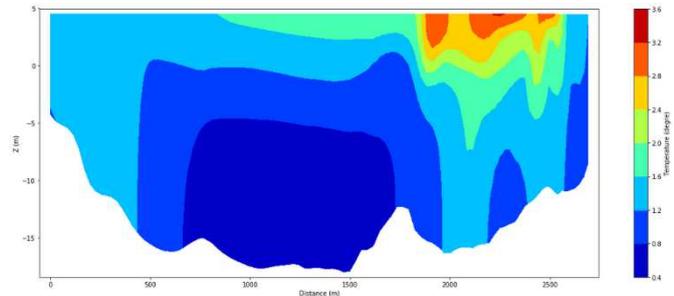
PM + 2 h 45



PM + 2 h 45



PM + 3 h 30



PM + 3 h 30

Figure 4.y : Évolution temporelle de l'échauffement maximal sur la verticale à 50 m de R1, R2 et R3 (haut gauche) et à 500 m des rejets R1-R2-R3 (haut droite), échauffement en surface à PM + 2 h 45 (milieu gauche) et coupes verticales à 50 m de R1, de R2 et de R3 à PM + 2 h 45 (milieu droite), échauffement en surface à PM + 3 h 30 (bas gauche) et coupe verticale à 500 m des rejets R1-R2-R3 à PM + 3 h 30 (bas droite) - Fonctionnement normal à 3 réacteurs, marée de morte-eau moyenne (coefficient 45)

Les observations sont similaires à celles effectuées pour le fonctionnement des deux réacteurs 1 et 2. Les maximums d'échauffement sont atteints à quelques mètres sous la surface à PM + 2 h 45 à 50 m du rejet du réacteur 3 (8,2°C) et à PM + 3 h 30 en surface à 500 m des rejets R1-R2 (3,2°C).

De même que pour le fonctionnement avec les deux réacteurs 1 et 2, à 50 m des rejets, le jet chaud n'est pas encore remonté en surface et se situe à quelques mètres sous la surface (environ 5 à 6 m) ; à 500 m des rejets, le jet chaud est bien remonté en surface et les trois panaches sont encore distincts.

La [Figure 4.z](#) présente les variations de température à 50 mètres et 500 mètres des rejets pour le fonctionnement normal à trois réacteurs du site, en marée de vive-eau moyenne.

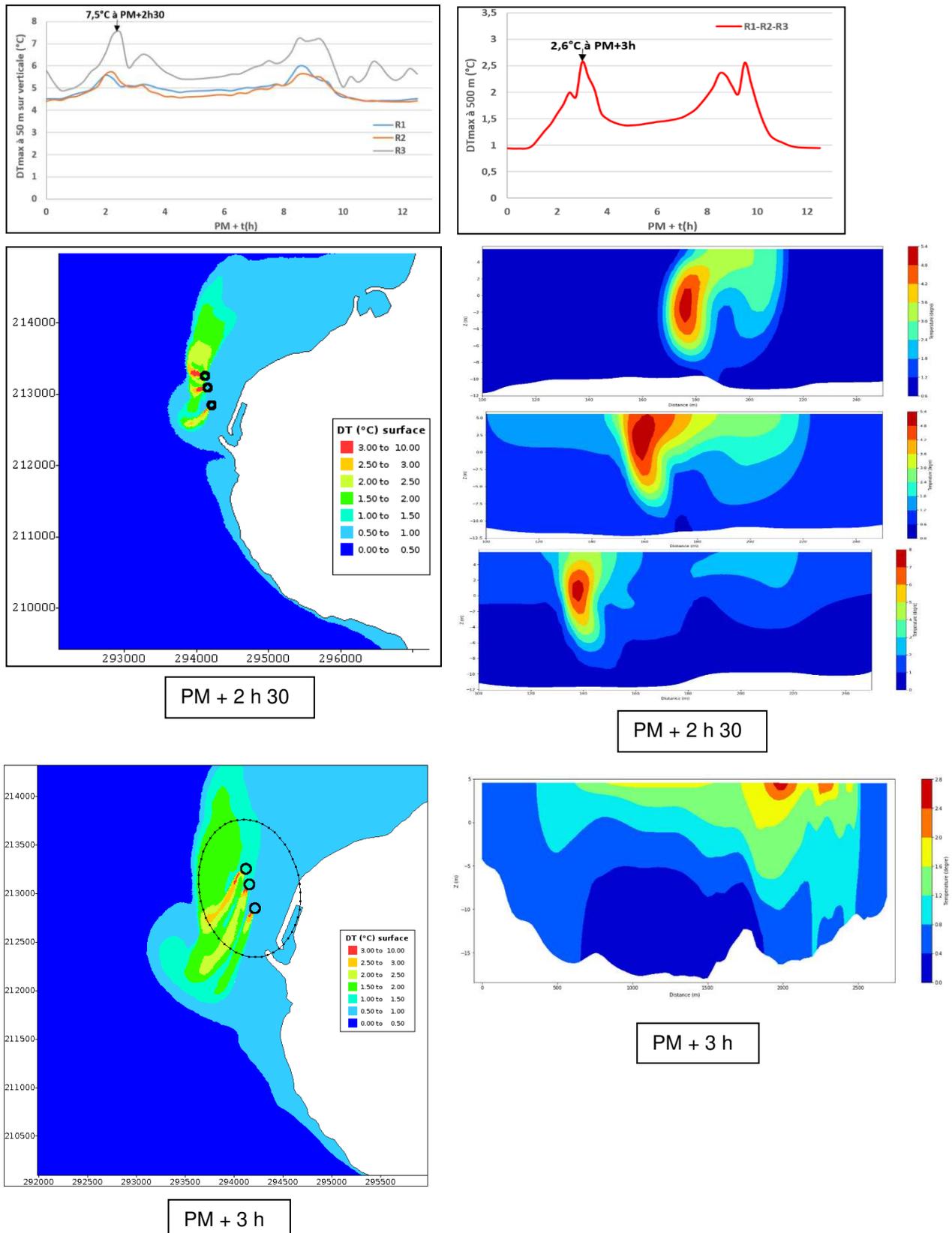


Figure 4.z : Évolution temporelle de l'échauffement maximal sur la verticale à 50 m de R1, R2 et R3 (haut gauche) et à 500 m des rejets R1-R2-R3 (haut droite), échauffement en surface à PM + 2 h 30 (milieu gauche) et coupes verticales à 50 m de R1, de R2 et de R3 à PM + 2 h 30 (milieu droite), échauffement en surface à PM + 3 h (bas gauche) et coupe verticale à 500 m des rejets R1-R2-R3 à PM + 3 h (bas droite) - Fonctionnement normal à 3 réacteurs, marée de vive-eau moyenne (coefficient 95)

A 50 m des rejets, le maximum est atteint à PM + 2 h 30 et le jet chaud n'est pas encore en surface. On observe bien le maximum en surface à 500 m des rejets avec des panaches encore distincts à cet instant de la marée (PM + 3 h).

4.2.2.1.3.2. Fonctionnement du réacteur 3 (EPR) seul

Pour le fonctionnement normal du réacteur 3, les résultats sont similaires à ceux observés pour les réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville en fonctionnement normal : les maximums d'échauffement sont retrouvés à quelques mètres sous la surface (environ 2 à 3 m) à 50 m du rejet et le jet chaud est bien remonté en surface à 500 m du rejet.

4.2.2.1.4. Surfaces d'échauffement

La modélisation permet également de déterminer par le calcul des surfaces associées à des lignes d'iso-échauffement (ici 1°C et 2°C). Ces surfaces sont calculées au niveau de la couche superficielle (en surface) et au fond, pour les différentes conditions de marée.

4.2.2.1.4.1. Fonctionnement normal à 3 réacteurs

Pour le fonctionnement normal à trois réacteurs du site, le [Tableau 4.x](#) présente les surfaces d'échauffements moyens et maximums (intégrés sur l'ensemble d'un cycle de marée) supérieurs à 1°C et 2°C, calculées en surface et au fond (présentées au fond seulement pour les échauffements supérieurs à 2°C). Les surfaces d'échauffement maximum supérieur à 1°C (2°C) représentent les zones sur lesquelles l'échauffement dépasse 1°C (2°C) à un moment au cours de la marée.

Tableau 4.x : Surfaces d'échauffement > 1°C et > 2°C selon les conditions de marée

	En surface				Au fond	
	$S_{\Delta T_{max} > 1^{\circ}C}$ [km ²]	$S_{\Delta T_{moyen} > 1^{\circ}C}$ [km ²]	$S_{\Delta T_{max} > 2^{\circ}C}$ [km ²]	$S_{\Delta T_{moyen} > 2^{\circ}C}$ [km ²]	$S_{\Delta T_{max} > 2^{\circ}C}$ [km ²]	$S_{\Delta T_{moyen} > 2^{\circ}C}$ [km ²]
ME 30	43,1	15,5	14,4	0,08	0,04	< 0,01
ME 45	28,2	8,1	5,6	< 0,01	< 0,01	< 0,01
VE 95	5,4	0,2	1,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01
VE 110	3,2	0,06	1	< 0,01	0,02	< 0,01

La [Figure 4.aa](#) présente les surfaces d'échauffements maximums supérieurs à 1°C et 2°C (sur l'ensemble d'un cycle de marée), calculées en surface pour les différentes conditions de marée.

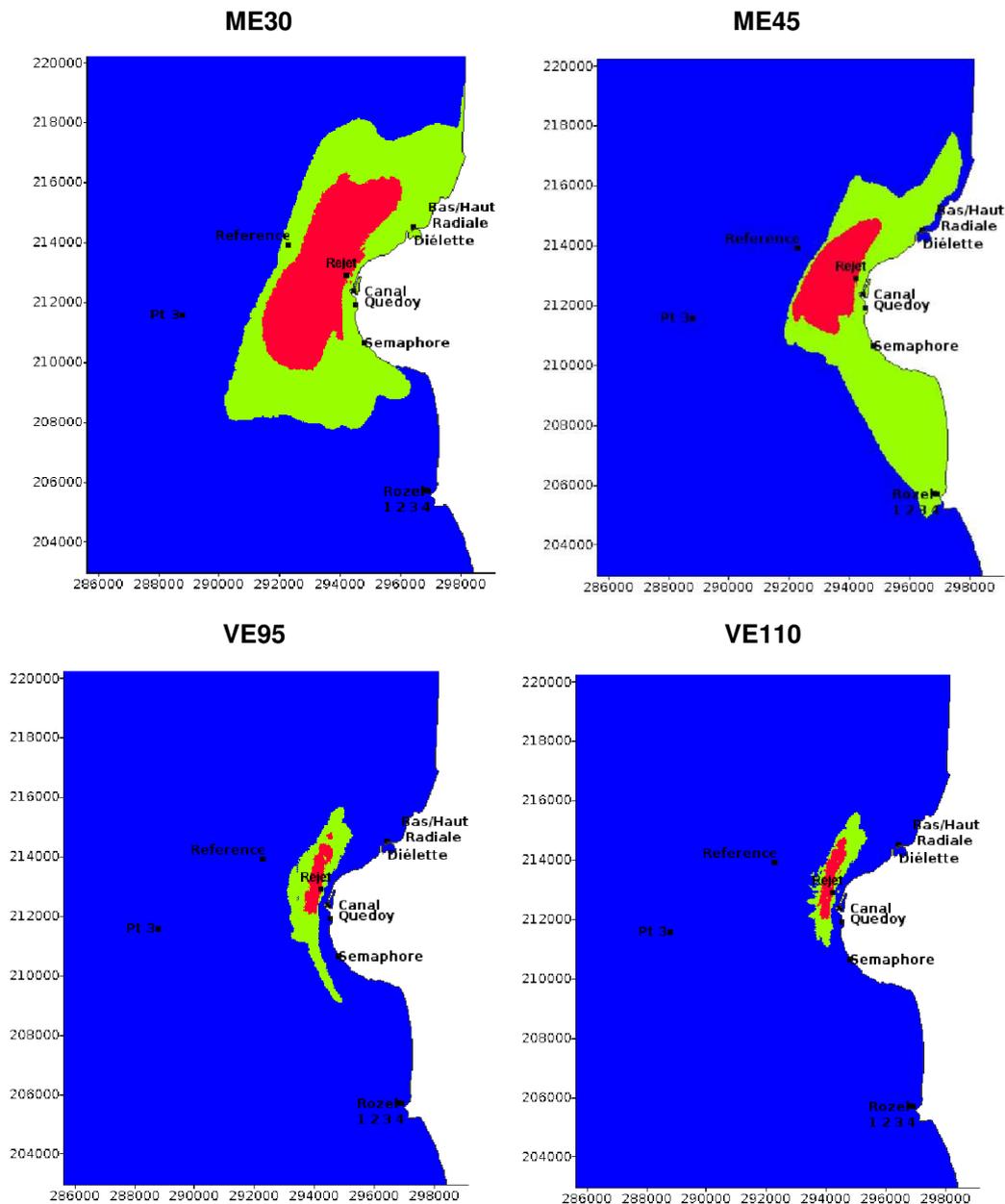


Figure 4.aa : Surfaces sur lesquelles l'échauffement dépasse 1°C (en vert) ou 2°C (en rouge) à un moment au cours de la marée, pour les différentes conditions de marée

Comme pour le fonctionnement avec les deux réacteurs 1 et 2 les surfaces d'échauffements maximums et moyens supérieures à 1°C et 2°C diminuent lorsque le coefficient de marée augmente. Les surfaces d'échauffement moyen supérieures à 2°C sont très restreintes (négligeables excepté en marée de morte-eau exceptionnelle où elle atteint 0,08 km²).

La surface sur laquelle l'échauffement dépasse 1°C à un moment au cours de la marée atteint 43,1 km² en marée de morte-eau exceptionnelle. Comme pour le fonctionnement à deux réacteurs, la surface sur laquelle l'échauffement moyen (intégré sur la marée) est supérieur à 1°C est nettement plus restreinte (15,5 km²).

Par rapport au fonctionnement normal des réacteurs 1 et 2, l'ajout du réacteur 3 entraîne une augmentation des surfaces d'échauffement supérieur à 1°C (et 2°C), d'un facteur 1,5 à 3 pour les valeurs des surfaces d'échauffement supérieur à 1°C atteintes en ME 30 (d'un facteur de 2 à 4 pour les valeurs des surfaces d'échauffement supérieur à 2°C atteintes en ME 30).

La surface d'échauffement supérieur à 1°C est également allongée vers le sud en marée de morte-eau moyenne (ME 45), le long de la plage de Sciotot. En marée de morte-eau exceptionnelle (ME 30), son emprise est plus importante vers le nord (anse de Vauville) et elle est également plus étalée vers le large.

Les surfaces d'échauffement supérieur à 2°C (moyen et maximum) au fond sont très restreintes (< 0,01 km² dans la plupart des cas).

4.2.2.2.1.4.2. Fonctionnement du réacteur 3 (EPR) seul

Dans le cas d'un fonctionnement du réacteur 3 le [Tableau 4.y](#) présente les surfaces d'échauffements moyens et maximums (intégrés sur l'ensemble d'un cycle de marée) supérieurs à 1°C et 2°C, calculées en surface et au fond (présentées au fond seulement pour les échauffements supérieurs à 2°C).

Tableau 4.y : Surfaces d'échauffement > 1°C et > 2°C selon les conditions de marée

	En surface				Au fond	
	S _{ΔTmax >1°C} [km ²]	S _{ΔTmoyen>1°C} [km ²]	S _{ΔT max >2°C} [km ²]	S _{ΔT moyen >2°C} [km ²]	S _{ΔT max >2°C} [km ²]	S _{ΔT moyen >2°C} [km ²]
ME 30	12	1	1,8	< 0,01	< 0,01	< 0,01
ME 45	4,1	0,04	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01
VE 95	1,4	< 0,01	0,2	< 0,01	< 0,01	< 0,01
VE 110	1,3	< 0,01	0,2	< 0,01	< 0,01	< 0,01

La [Figure 4.bb](#) présente les surfaces d'échauffements maximums supérieurs à 1°C et 2°C (sur l'ensemble d'un cycle de marée), calculées en surface pour les différentes conditions de marée.

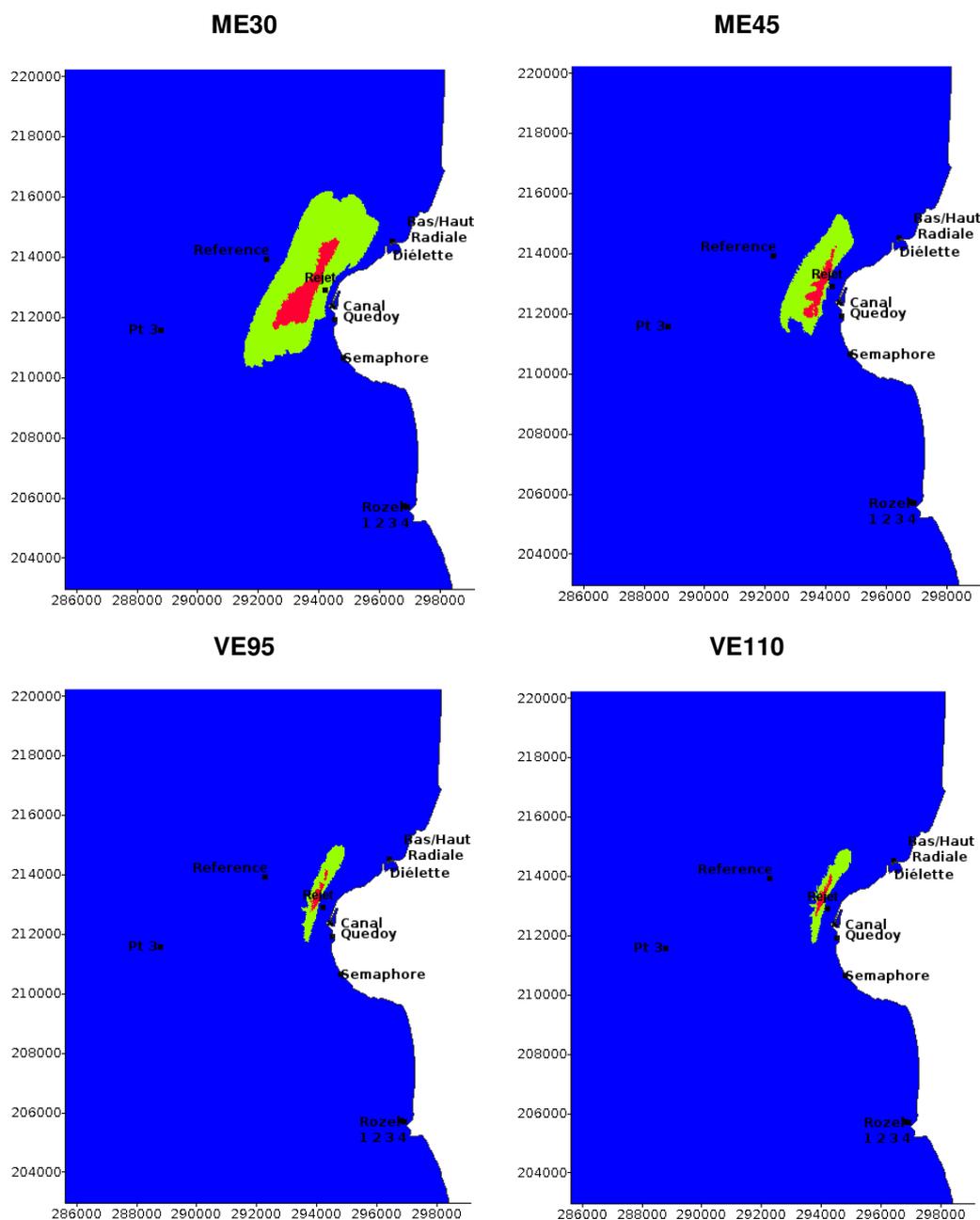


Figure 4.bb : Surfaces sur lesquelles l'échauffement dépasse 1°C (en vert) ou 2°C (en rouge) à un moment au cours de la marée, pour les différentes conditions de marée

Par rapport au fonctionnement normal des réacteurs 1 et 2, le fonctionnement du réacteur 3 seul entraîne des surfaces d'échauffements supérieures à 1°C et 2°C plus restreintes.

Globalement, pour les différents fonctionnements du site les superficies d'échauffement moyen (sur le cycle de marée) supérieur 2°C au fond sont très réduites (< 0,01 km²) en regard de celles calculées en surface, illustrant bien le fait que les rejets se dirigent vers la surface et ont un effet très faible sur le fond.

4.2.2.1.5. Calcul des coefficients de dilution

Les coefficients de dilution déduits de la modélisation des rejets thermiques sont utilisés pour l'évaluation de l'impact dosimétrique à l'homme lié aux rejets d'effluents radioactifs liquides et pour l'évaluation des risques sanitaires liés aux rejets d'effluents chimiques liquides. Il en va de même pour l'analyse des incidences des rejets liquides sur la chimie, la physico-chimie et les différents compartiments biologiques de l'écosystème marin et pour l'évaluation prospective du risque environnemental des rejets d'effluents radioactifs liquides sur l'écosystème marin.

Le coefficient de dilution en un point considéré est défini comme le rapport entre l'échauffement résiduel calculé en ce point par le modèle 3D et l'échauffement imposé au rejet.

Dans le cadre de l'étude de l'impact sanitaire des rejets liquides du site de Flamanville, le coefficient de dilution est déterminé en champ proche, à 500 m des rejets et en champ plus lointain, au niveau des premières plages soumises à l'impact des rejets du site.

Dans le cadre de l'analyse des incidences des rejets d'effluents chimiques et radioactifs liquides sur l'écosystème marin, la distance de 1 500 m a été retenue pour le calcul des coefficients de dilution pour les différentes substances.

Le calcul du coefficient de dilution diffère en fonction de la substance rejetée et de l'émissaire de rejet associé (résidus de chloration, pour lesquels le coefficient de dilution est déterminé à travers les résultats du panache thermique des réacteurs 1, 2 et 3 en fonctionnement ou produits autres que les résidus de chloration, pour lesquels le coefficient de dilution est déterminé à partir des résultats du panache thermique des réacteurs 1 et 2).

Le détail des calculs des coefficients de dilution est fourni dans [l'Annexe 5 - Données chimiques liquides](#).

Le [Tableau 4.z](#) présente les coefficients de dilution utilisés pour l'étude de l'impact sanitaire et environnemental des rejets liquides du site de Flamanville :

Tableau 4.z : Coefficients de dilution utilisés pour l'analyse de l'impact sanitaire et environnemental des rejets du site de Flamanville (à trois réacteurs ou réacteur 3 seul)

Fonctionnement du CNPE et substances rejetées	Coefficient de dilution		
	En champ proche à 500 m des rejets	À 1 500 m des rejets	En champ lointain (première plage)
Réacteurs 1 et 2 en fonctionnement normal Produits autres que les résidus de chloration (radioactifs et chimiques associés, produits chimiques autres)	0,11	0,09	0,06
Réacteurs 1 et 2 + réacteur 3 en fonctionnement normal Résidus de chloration (circuit de refroidissement)	0,13	0,12	0,08
Réacteur 3 (seul) en fonctionnement normal	0,10	0,08	0,03

4.2.2.3. CONCLUSION SUR L'INCIDENCE SUR LA TEMPÉRATURE DES EAUX DE SURFACE DE L'AJOUT DES REJETS THERMIQUES DUS À L'EXPLOITATION DU RÉACTEUR 3

Les rejets thermiques du site de Flamanville sont soumis à des variations spatiales et temporelles liées aux conditions naturelles des courants de marée dans la région.

Les résultats de la modélisation 3D des rejets thermiques du site de Flamanville montrent que :

- le comportement général du panache thermique est semblable quelles que soient les conditions de marée, son orientation suivant les courants marins alternatifs de la région ;
- **l'échauffement moyen diminue avec le coefficient de marée**, ce qui s'explique par une dilution plus efficace pour les forts coefficients de marée : pour un fonctionnement normal aux limites des trois réacteurs, la valeur maximale instantanée de l'échauffement est de 8,2°C dans un rayon de 50 m autour des rejets (atteinte à 50 m du rejet du réacteur 3, pour un échauffement de 14°C au rejet) et de 3,6°C à 500 m des rejets (1,6°C de plus que pour le fonctionnement à deux réacteurs à 50 m des rejets et 0,7°C de plus à 500 m des rejets) ; ces valeurs sont obtenues en marée de morte-eau moyenne ou exceptionnelle ;
- ainsi, **l'échauffement résiduel à 50 m des rejets sur la colonne d'eau reste inférieur à 8,2°C quel que soit le coefficient de marée**. Cette valeur maximale instantanée est atteinte à 50 m du réacteur 3 en fonctionnement normal aux limites (échauffement maximal de 14°C au rejet). La température maximale journalière de l'eau de mer n'ayant jamais dépassé 19,4°C depuis 1988 (Cf. [Paragraphe 4.1.3.1](#)), **la température à 50 m des rejets estimée via cette approche enveloppe reste inférieure à 30°C dans les conditions actuelles rencontrées et en tenant d'un fonctionnement à pleine puissance des trois réacteurs** ;
- dans le cas où la température de l'eau de mer serait plus élevée en période estivale du fait **des évolutions climatiques futures**, le suivi des rejets thermiques permettra de respecter en toute situation les limites réglementaires de température au rejet de 35°C (valeur limite estivale) et de 30°C dans un rayon de 50 m autour des rejets ;
- l'échauffement maximal se retrouve toujours en surface à partir de 500 m des rejets ;
- **l'échauffement résiduel moyen (sur la durée de la marée) à la prise d'eau et à la côte reste globalement inférieur à 1°C ou de l'ordre de 1°C** (des valeurs légèrement supérieures à 1°C sont obtenues pour certaines marées de morte-eau) ;
- **les surfaces d'échauffements maximum et moyen (sur un cycle de marée) supérieures à 1°C, calculées en surface** pour un fonctionnement normal des trois réacteurs, sont d'emprise faible pour les marées de vive-eau et **nettement plus étendues pour les marées de morte-eau, notamment pour la marée de morte-eau exceptionnelle** (28,2 km² en morte-eau moyenne et 43,1 km² en morte-eau exceptionnelle pour les échauffements maximums, 8,1 km² en morte-eau moyenne et 15,5 km² en morte-eau exceptionnelle pour les échauffements moyens). Par rapport au fonctionnement normal à deux réacteurs, cela représente une augmentation d'un facteur 1,5 à 3 pour la surface la plus importante obtenue en morte-eau exceptionnelle. **Ces surfaces restent localisées au regard de la masse d'eau réceptrice** ;
- les **surfaces d'échauffement moyen supérieur à 2°C** sont très restreintes (< 0,01 km² excepté en marée de morte-eau exceptionnelle où elle atteint 0,08 km² pour un fonctionnement normal des trois réacteurs). Les **surfaces d'échauffement maximum supérieur à 2°C** sont augmentées d'un facteur de l'ordre de 2 par l'ajout du réacteur 3 ;
- **les surfaces d'échauffements maximum et moyen (sur un cycle de marée) supérieures à 2°C sur le fond restent très réduites (< 0,01 km²)**, que ce soit pour le fonctionnement normal à deux ou trois réacteurs, illustrant le fait que les rejets ont principalement un effet vers la surface.

L'incidence sur les eaux de surface des rejets thermiques du site de Flamanville (rejets dus à l'exploitation du réacteur 3 cumulés avec ceux des réacteurs 1 et 2) reste localisée au regard de la masse d'eau réceptrice, du fait de la position des rejets au large et de la forte capacité de dilution dans cette zone, liée aux courants de marée de la Manche. En effet, du fait du déplacement permanent du panache et de sa variabilité spatiale suivant les coefficients de marée, les zones soumises aux rejets thermiques ne sont pas exposées en permanence. L'incidence des rejets thermiques concerne principalement la surface, les zones plus profondes n'étant pas impactées de manière notable.

4.2.3. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA QUALITÉ DES EAUX DE SURFACE

L'évaluation des incidences des rejets chimiques liquides du site de Flamanville sur la qualité des eaux de surface repose sur :

- Une **analyse rétrospective** de l'incidence des rejets chimiques liquides à partir des données issues de la surveillance chimique et hydroécologique du CNPE de Flamanville sur la période [2010-2019] (Cf. [Paragraphe 4.2.3.1](#)). Cette analyse sert de base pour évaluer l'incidence des rejets des substances du site de Flamanville (évolutive avec l'ajout du réacteur 3).
- Une **analyse prospective** de l'évaluation quantitative substance par substance de l'incidence des rejets chimiques liquides du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) (Cf. [Paragraphe 4.2.3.2](#)).

4.2.3.1. ANALYSE RÉTROSPECTIVE DES INCIDENCES *IN SITU*

Les données présentées dans ce paragraphe sont issues de la synthèse hydroécologique de la Manche à proximité du CNPE de Flamanville sur 10 ans, qui exploite les données de la surveillance réglementaire entre 2010 et 2019.

Ce paragraphe présente une analyse rétrospective de l'impact du fonctionnement du CNPE de Flamanville sur la qualité physico-chimique et chimique de l'eau, ainsi que sur la qualité biologique des milieux aquatiques. Cette analyse rétrospective repose sur les données acquises dans le cadre de la surveillance physico-chimique et hydrobiologique du milieu réalisée dans l'environnement du CNPE de Flamanville sur la période [2010-2019]. À noter que sur cette période le réacteur 3 n'était pas mis en service. Le paragraphe ci-dessous présente ces suivis.

4.2.3.1.1. Présentation de la surveillance hydroécologique et chimique

La surveillance de l'environnement marin du site de Flamanville, dont les résultats sont présentés au paragraphe suivant, a été réalisée par l'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER) selon les modalités définies dans la décision n° 2010-DC-0189 du 7 juillet 2010 puis celles définies dans la décision n° 2018-DC-0640 du 19 juillet 2018 de l'Autorité de sûreté nucléaire fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejets d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville. Cette surveillance a débuté en 1986, soit lors de la mise en service de la centrale.

La stratégie mise en œuvre repose sur un suivi saisonnier (printemps, été, automne) des différents compartiments du milieu marin. Les différents domaines surveillés sont :

- **Le domaine pélagique**³⁹

Les paramètres suivis concernent la **physico-chimie** (température, salinité, sels nutritifs, oxygène dissous, turbidité), la **chimie** (hydrazine, éthanolamine), la **microbiologie** (vibrions halophiles) et le **plancton** (phytoplancton et zooplancton).

La surveillance pélagique s'effectue en trois points : au niveau du canal d'amenée, au point rejet situé dans la zone de dilution des effluents, à proximité des ouvrages de rejet, et à la station dite de référence, située au large hors de la zone d'influence des rejets (Cf. [Figure 4.cc](#)). Les prélèvements sont réalisés en sub-surface (- 1 m) pour toutes les stations. La liste des paramètres suivis est présentée dans le [Tableau 4.aa](#).

Tableau 4.aa : Caractéristiques de la surveillance du domaine pélagique de Flamanville

Compartiment	Paramètres
Physico-chimie	Température, Salinité, Matières azotées (ammonium, nitrates, nitrites), Turbidité néphélométrique, Oxygène dissous, Phosphates, Silicates
Chimie	Éthanolamine, Hydrazine
Phytoplancton	Détermination et dénombrement des espèces Biomasse chlorophyllienne (chlorophylle a et phéopigments)
Zooplancton	Abondance zooplanctonique Suivi des taxons indicateurs (identification et abondance)
Microbiologie	Identification et dénombrement des souches de vibrions halophiles Dénombrement des germes revivifiables*

* : Dénombrement des germes revivifiables réglementaire jusqu'en 2018

- **Le domaine benthique**⁴⁰ **intertidal**⁴¹ **sur plusieurs points de la côte**

Pour le domaine benthique, les paramètres suivis concernent les peuplements de zoobenthos intertidal et phytobenthos intertidal (Cf. [Tableau 4.bb](#)). Trois campagnes par an sont réalisées pour le suivi du phytobenthos (au printemps, à l'été et à l'automne). La campagne d'été ne concerne que le suivi de la fertilité. Le zoobenthos est suivi au printemps, en été et en automne, à raison d'une campagne par saison. Les localisations des points de prélèvements sont présentées sur la [Figure 4.cc](#) et détaillés dans le [Tableau 4.bb](#).

³⁹ Par opposition à « benthique », qualifie les organismes et les processus ayant lieu en milieu océanique (eaux libres), sans lien avec le fond.

⁴⁰ Adjectif qui qualifie l'interface eau-sédiment d'un écosystème aquatique, quelle qu'en soit la profondeur (le fond des lacs ou des cours d'eau ou de la mer). Qualifie également un organisme vivant sur les fonds (macroinvertébrés, par exemple).

⁴¹ Organisme vivant sur les fonds entre les deux niveaux de marées, basses et hautes.

Tableau 4.bb : Caractéristiques de la surveillance du domaine benthique

Mesures		Zone de prélèvement
Zoobenthos intertidal	Suivi des populations de Cirripèdes	Pointe de Rozel : 4 points Cap de Flamanville : 3 points
	Étude de recolonisation du substrat	4 points : Rozel 2, Sémaphore, Quedoy, Diélette
Phytobenthos intertidal : Populations de <i>Fucus serratus</i> en zone intertidale		Platier de Diélette : 1 radiale avec 3 niveaux dans la zone à <i>Fucus serratus</i>

- **Le domaine halieutique**⁴²

La surveillance du domaine halieutique consiste en un suivi des larves de crustacés (homards et araignées) et des pêches expérimentales de crustacés Cf. [Tableau 4.cc](#)). Six campagnes annuelles, programmées entre février et septembre, sont mises en place pour le suivi des larves de crustacés. Concernant les pêches expérimentales, deux campagnes de pêches aux casiers ont lieu chaque année, généralement aux mois de juin et de septembre.

Tableau 4.cc : Caractéristiques de la surveillance du domaine halieutique de Flamanville

Mesures	Zone de prélèvement
Larves de crustacés : Analyse des populations de larves de homards et de larves d'araignées	Station 1 – canal d'amenée Station 2 – rejet Station 3 – large Station 4 – référence
Crustacés (pêches expérimentales) : Caractéristiques biologiques des crustacés	15 filières réparties à proximité des rejets du site

⁴² Qualifie toutes les activités relevant de la pêche sous toutes ses formes, professionnelle ou de loisirs, en eau douce ou marine.



Figure 4.cc : Localisation des stations de prélèvements pour la surveillance hydroécologique du site de Flamanville

4.2.3.1.2. ANALYSE SPATIO-TEMPORELLE

Les Paragraphes suivants décrivent l'étude de l'évolution spatio-temporelle des différents paramètres physico-chimiques, chimiques et biologiques du milieu récepteur de la Manche suivis dans le cadre de la surveillance hydroécologique et chimique pérenne du CNPE, sur une période de 10 ans [2010–2019].

4.2.3.1.2.1. Analyse des incidences sur la qualité chimique de l'eau

Le suivi des composés chimiques dans l'environnement du CNPE de Flamanville concerne :

- L'hydrazine, produit de conditionnement du circuit secondaire, du circuit primaire lors du démarrage du réacteur et des GV (Générateurs de Vapeur) en période d'arrêt des réacteurs. L'hydrazine permet de maintenir les circuits aux conditions de moindre corrosion.
- L'éthanolamine, produit de conditionnement du circuit secondaire qui permet de maintenir le pH de moindre corrosion et également produit de conditionnement humide des GV.

L'**hydrazine** et l'**éthanolamine** n'ont pas été quantifiées sur la période de 10 ans, quelle que soit la station considérée (valeurs toujours inférieures aux limites de quantification).

La surveillance chimique réalisée par l'exploitant a pour objectif de connaître la concentration dans l'eau des substances chimiques rejetées par la centrale nucléaire. Les concentrations mesurées des différentes substances suivies sont inférieures aux capacités analytiques des méthodes. Par conséquent, la surveillance chimique ne met pas en évidence d'influence notable du fonctionnement du CNPE de Flamanville sur l'écosystème marin.

4.2.3.1.2.2. Analyse des incidences sur la qualité physico-chimique de l'eau

Le suivi des paramètres physico-chimiques dans l'environnement du CNPE de Flamanville concerne : la salinité, la turbidité, l'oxygène dissous, les sels nutritifs azotés (ammonium, nitrates et nitrites), les phosphates et les silicates.

Salinité

La **salinité** mesurée sur 10 ans [2010-2019] est semblable et stable sur toutes les stations, avec des valeurs moyennes de 35,02 et 34,98 sur la côte (respectivement canal d'amenée et rejet) et 35,08 au large (référence). Ces valeurs de salinité sont cohérentes avec celles généralement observées pour le milieu marin. La salinité de l'eau de mer étant en moyenne de 35. Les salinités moyennes des trois stations de surveillance du CNPE ne sont statistiquement pas différentes.

Turbidité

La différence de **turbidité** entre les stations est faible et statistiquement non significative. Les valeurs moyennes sont de 1,32 (canal d'amenée), 1,34 (référence) et 1,61 (rejet). Il est observé des valeurs légèrement plus faibles et une moins grande variabilité au niveau de la station référence. Dans les zones les moins profondes (canal d'amenée et rejet), les remises en suspension du matériel particulaire sont en effet plus importantes (courants de marée, vagues et houles) ce qui expliquerait des variabilités plus grandes. Ce gradient côte-large décroissant est couramment observé en Manche. Il reste toutefois faible ici.

Oxygène dissous

L'**oxygène dissous** est suivi depuis 2016. Les concentrations varient peu en fonction des stations (différences non significatives) et des années. La dispersion des valeurs est relativement similaire sur toutes les stations et les concentrations moyennes en oxygène dissous sont de 8,6 mg/L sur toutes les stations. Des variations saisonnières sont observées sur toutes les stations. Ces profils saisonniers correspondent aux cycles de développement des organismes hétérotrophes, consommateurs d'oxygène.

Sels nutritifs azotés

Pour l'ensemble des stations, la distribution des valeurs en **ammonium** est similaire entre les stations. Les concentrations moyennes sont de 0,32 µmol/L (rejet), de 0,38 µmol/L (canal d'amenée) et de 0,39 µmol/L (référence), ce qui représente des concentrations moyennes habituellement observées dans les eaux côtières non polluées. Les concentrations en ammonium ne sont pas significativement différentes entre les trois stations d'étude et sont stables au cours de la période d'étude. Elles suivent un cycle saisonnier lié au cycle biologique du phytoplancton.

Pour les trois stations suivies dans le cadre de cette étude, les concentrations moyennes en **nitrites et nitrates** sont de 3,76 µmol/L (canal d'amenée), de 3,83 µmol/L (rejet) et de 4,09 µmol/L (référence). La distribution des valeurs est semblable pour toutes les stations et les concentrations sont stables au cours de la période d'étude. Les concentrations en nitrates et en nitrites ne sont pas significativement différentes entre les trois stations d'étude. Elles respectent également un cycle saisonnier lié au cycle biologique du phytoplancton.

Phosphates

Les gammes de concentrations en **phosphates** sur les trois stations de suivi sont similaires et les concentrations moyennes sont de 0,22 µmol/L (canal d'amenée et rejet) et de 0,24 µmol/L (référence). Aucune différence significative n'est observée entre les stations. Les concentrations moyennes sont stables au cours de la période d'étude. Les concentrations en phosphates suivent les mêmes variations saisonnières que celles des sels nutritifs azotés, en lien avec le cycle biologique du phytoplancton.

Silicates

Les trois stations suivies présentent des concentrations en **silicates** similaires. Les concentrations moyennes sont de 1,96 µmol/L (canal d'amenée), de 2,03 µmol/L (rejet) et de 2,17 µmol/L (référence), elles sont stables au cours de la période d'étude. Les différences entre les stations de surveillance ne sont statistiquement pas significatives. Les concentrations en silicates suivent les mêmes variations saisonnières que les phosphates et les sels nutritifs azotés, mais en lien cette fois-ci avec le cycle biologique des diatomées.

En conclusion, l'analyse rétrospective de l'ensemble des mesures réalisées dans l'environnement du CNPE sur la physico-chimie ne met pas en évidence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Flamanville sur ces paramètres.

4.2.3.1.2.3. Analyse des incidences sur la qualité biologique de l'eau

La surveillance biologique réalisée annuellement dans l'environnement littoral et marin du CNPE de Flamanville porte sur le plancton (phytoplancton et zooplancton), la microbiologie, le benthos (cirripèdes et *Fucus serratus*) et le domaine halieutique (macrofaune et larves de crustacés). L'analyse des incidences est réalisée pour l'ensemble des stations de la surveillance pour chaque compartiment entre 2010 et 2019.

Plancton

La concentration en **phytoplancton** à la station référence présente une moyenne et une variabilité légèrement plus importantes qu'au niveau des stations côtières. Les concentrations moyennes sont respectivement de $1,6 \cdot 10^5$ cell./L (station référence) et $1,2 \cdot 10^5$ cell./L (stations canal d'amenée et rejet). Il n'existe toutefois aucune différence statistiquement significative entre les concentrations observées aux trois stations. La variabilité spatio-temporelle observée est principalement liée à l'évolution des conditions environnementales (concentrations en sels nutritifs, lumière, turbulence, ressources trophiques). Les concentrations en phytoplancton suivent un cycle saisonnier typique de ce qui est observé en Manche. La concentration moyenne en **chlorophylle a** est légèrement plus élevée à la station rejet avec $1,65 \mu\text{g/L}$. A l'inverse, la station référence, station la plus au large, présente une concentration moyenne plus faible en chlorophylle a avec $1,14 \mu\text{g/L}$. La station canal d'amenée présente une concentration moyenne de $1,38 \mu\text{g/L}$. **Les différences entre les stations de surveillance ne sont statistiquement pas significatives. Les observations sont cohérentes avec les valeurs habituellement observées dans la zone d'étude.**

La concentration moyenne en **zooplancton** est statistiquement plus élevée à la station référence ($1\,255 \text{ ind./m}^3$) qu'à la station canal d'amenée où elle est de 704 ind./m^3 . La station rejet est quant à elle statistiquement similaire aux deux autres avec une concentration moyenne de 920 ind./m^3 . Cette différence est le reflet d'un faible gradient côte-large, les concentrations des stations canal d'amenée et rejet étant identiques. Aucune tendance évolutive sur 10 ans n'est observable concernant l'abondance zooplanctonique, quelle que soit la station considérée. **Ces analyses ne mettent donc pas en évidence d'influence des rejets du CNPE de Flamanville sur les communautés zooplanctoniques.**

Microbiologie

La station référence présente une concentration moyenne géométrique en **vibrions halophiles** significativement plus faible que la station canal d'amenée ($2,5 \text{ UFC/L}$ contre $10,5 \text{ UFC/L}$). La station rejet est quant à elle, statistiquement similaire aux deux autres avec une concentration moyenne géométrique de $5,0 \text{ UFC/L}$. Cette différence est le reflet d'un faible gradient côte-large, les concentrations des stations canal d'amenée et rejet étant identiques. Les concentrations sont stables au cours de la période d'études. Les concentrations en **germes aérobies revivifiables** suivent les mêmes variations spatiales que les vibrions halophiles. La station référence présente des concentrations en germes revivifiables significativement plus faibles qu'aux deux autres stations. La concentration moyenne à la station référence est de 191 UFC/mL contre 349 UFC/mL à la station rejet et 591 UFC/mL à la station canal d'amenée. Sur la période [2010-2017], les concentrations en germes revivifiables sont stables au cours du temps. **Ces analyses ne mettent pas en évidence d'influence des rejets du CNPE de Flamanville sur les communautés microbiologiques.**

Benthos intertidal

Dans le domaine **benthique intertidal**, le suivi écologique du **zoobenthos intertidal** porte plus particulièrement sur la dynamique de population des cirripèdes. La densité moyenne de cirripèdes varie de $49,83$ à $117,08 \text{ ind./quadrat}$ de $0,05 \text{ m}^2$, sur la zone d'étude. L'impact des variations météorologiques (dont la température de l'air qui agit sur celle de l'eau) semble dominant, par rapport à d'autres facteurs, sur les fluctuations d'abondance et de recrutement des cirripèdes dans ce secteur de l'Ouest-Cotentin. Ces analyses ne mettent pas en évidence d'influence des rejets du CNPE de Flamanville sur les populations de cirripèdes.

Le suivi écologique des populations de Fucales ***Fucus serratus*** (**phytobenthos intertidal**) à proximité du site de Flamanville met en évidence un déclin de la biomasse algale sur l'ensemble des stations échantillonnées sur la période d'étude. Cependant, cette diminution est aussi constatée sur d'autres sites étudiés en Manche tels que Paluel et Guissény, il semble donc s'agir d'une tendance régionale. Ces analyses ne mettent pas en évidence d'influence des rejets du site de Flamanville sur les populations de *Fucus serratus*.

Ainsi, l'étude de ces compartiments ne met pas en évidence de modification du milieu pouvant être mise en relation avec l'exploitation du CNPE de Flamanville.

Domaine halieutique

Enfin, pour le **domaine halieutique**, le suivi de la **macrofaune halieutique** concerne quatre espèces : l'araignée de mer, l'étrille, le homard et le tourteau. L'araignée de mer est plus présente sur les filières situées au Sud avec un fond sableux. La répartition spatiale de l'étrille sur la zone d'étude est marquée par une présence plus importante sur les filières situées au large. Pour le homard, la plupart des captures ont lieu sur les filières proches de la côte. Enfin, le tourteau est peu présent dans les filières proches de la côte. Il est majoritairement capturé sur les filières moyennement éloignées de la côte et en moindre mesure sur les filières les plus au large. Les captures des espèces de crustacés suivies semblent augmenter sur la période [2010-2019], excepté pour le homard (légère baisse) et pour le tourteau. En revanche, la taille moyenne des tourteaux paraît diminuer et celle des homards augmenter à nouveau. Les variations interannuelles peuvent être occasionnées par une multitude de facteurs naturels (conditions météorologiques, compétition entre les espèces, recrutement annuel), notamment par la présence depuis 2000 d'une zone de cantonnement de 1,2 km². Il s'agit d'une zone dans laquelle la pêche est interdite, pour préserver une fraction du stock de homard et située à la côte à proximité du site de Flamanville. L'étude de ces compartiments ne met pas en évidence de modification du milieu pouvant être mise en relation avec l'activité du CNPE de Flamanville.

La densité des **larves d'araignées de mer et de homard** semble définie par un gradient côte-large (même s'il est faible à Flamanville) : en s'éloignant de la côte, la densité de larves augmente, les abondances restent toutefois faibles. Pour les homards, comme pour les araignées de mer, les stades zoés⁴³ sont plus abondamment échantillonnés que les stades mégaloopes⁴⁴. La température de l'eau sur la période février/mai est un facteur qui semble déterminant pour le déclenchement des périodes de ponte et d'éclosion. De manière générale, l'apparition précoce des zoés fait suite à une période février-mai très douce alors que le démarrage tardif s'explique par des températures moins clémentes de février à mai. Aucune tendance évolutive sur la période d'étude n'est observée. Les variations d'abondances des larves de crustacés dues aux conditions environnementales ne permettent pas de déceler une influence du CNPE.

L'analyse rétrospective de l'ensemble des paramètres suivis dans le cadre de la surveillance réglementaire de l'environnement aquatique du site de Flamanville permet de conclure sur l'absence d'influence spatiale et temporelle du fonctionnement du CNPE sur le milieu marin.

4.2.3.1.3. Analyse des incidences sur la qualité chimique, physico-chimique et biologique via les critères définis dans l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié

L'arrêté du 25 janvier 2010 modifié⁴⁵, relatif aux méthodes d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface permet, entre autres, d'évaluer la qualité écologique des masses d'eau à partir des mesures de paramètres physico-chimiques généraux, qui interviennent essentiellement comme facteurs explicatifs des conditions biologiques. Pour chaque paramètre physico-chimique étudié, des critères de qualité sont définis et vont d'une qualité très bonne (bleu) à une qualité mauvaise (rouge). Les valeurs-seuils pour une bonne qualité sont fixées de manière à permettre le bon fonctionnement de l'écosystème. Les règles d'application de cet arrêté sont présentées en [Annexe 5](#).

⁴³ Forme larvaire précoce et pélagique, succédant au tout premier stade larvaire nauplius.

⁴⁴ Dernier stade larvaire ou premier post-larvaire.

⁴⁵ Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, modifié par l'arrêté du 27 juillet 2018.

Pour l'évaluation des éléments de qualité physico-chimique généraux, la valeur du percentile 10 (pour l'oxygène dissous) ou du percentile 90 (pour la transparence) d'au moins 10 opérations de contrôle est retenue.

Dans le cas du suivi du site de Flamanville, les résultats de la surveillance chimique, physico-chimique et écologique réalisée entre 2010 et 2019 sont comparés, lorsque cela est possible et pertinent, aux critères définis par l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié (version 2018) pour les masses d'eau côtières.

Cette comparaison est présentée ci-après à titre indicatif. Elle exploite les données issues des campagnes de surveillance hydroécologique réalisées aux stations référence et canal d'aménée. Cette comparaison ne préjuge pas de l'état des lieux de la masse d'eau réalisé par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (AESN).

Analyse des paramètres physico-chimiques généraux

Le paramètre physico-chimique suivi dans le cadre de la surveillance hydroécologique du CNPE et comparable aux critères de l'arrêté du 25 janvier 2010 est la transparence (déterminée à partir des mesures de turbidité en FNU).

Tableau 4.dd : Qualité des paramètres physico-chimiques mesurés lors de la surveillance de l'environnement aquatique à proximité du CNPE de Flamanville d'après l'arrêté « évaluation » du 25 janvier 2010 modifié

Indicateur (unité)	Valeur retenue	Station référence	Station canal d'aménée
Transparence (FNU)	Percentile 90	3,2	2,5

Qualité physico-chimique :  Très bonne  Bonne  Moyenne  Médiocre  Mauvaise

La qualité physico-chimique de l'environnement marin du CNPE de Flamanville pour le paramètre transparence est identique pour les deux stations, la classe de qualité est très bonne. Les règles d'application de ce paramètre sont présentées en [Annexe 5](#).

Analyse des compartiments biologiques

Le paramètre physico-chimique suivi dans le cadre de la surveillance hydroécologique du CNPE et comparable aux critères de l'arrêté du 25 janvier 2010 est la chlorophylle a.

Tableau 4.ee : Éléments de qualités biologiques mesurés lors de la surveillance de l'environnement aquatique à proximité du CNPE de Flamanville d'après l'arrêté « évaluation » du 25 janvier 2010 modifié

Indicateur (unité)	Station référence	Station canal d'aménée
Chlorophylle a (µg/L) – Note en EQR*	1	1

Qualité physico-chimique :  Très bonne  Bonne  Moyenne  Médiocre  Mauvaise

* EQR = Ecological quality ratio ou écart à la référence

La qualité biologique de l'environnement marin du CNPE de Flamanville pour le paramètre chlorophylle a est identique pour les deux stations, la classe de qualité est très bonne.

4.2.3.1.4. Conclusion de l'analyse rétrospective *in situ*

L'analyse rétrospective de l'ensemble des mesures réalisées dans l'environnement du CNPE sur la chimie, la physico-chimie et les différents compartiments biologiques ne met pas en évidence d'incidence notable sur l'écosystème marin lié au fonctionnement du CNPE de Flamanville.

Il est à noter qu'une analyse des incidences sur la faune et la flore marine est menée dans le [Paragraphe 7.2 du Chapitre 7](#).

4.2.3.2. ÉVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS CHIMIQUES LIQUIDES SUBSTANCE PAR SUBSTANCE

4.2.3.2.1. Méthodologie

4.2.3.2.1.1. Démarche globale

La démarche mise en œuvre pour l'évaluation substance par substance diffère selon les valeurs de référence existantes pour chacune des substances étudiées.

On appelle ici « valeurs de référence », l'ensemble des valeurs disponibles et validées pour une substance (valeurs seuils réglementaires, valeurs-guides, PNEC (Predicted No Effect Concentration – Concentration Prédite sans Effet) ou données écotoxicologiques). Les termes de « seuils » ou « valeurs-guides » définissent les valeurs issues des textes réglementaires ou grilles de qualité d'eau. Ces valeurs sont présentées au [Paragraphe 4.2.3.2.3](#).

Comme présenté schématiquement dans la [Figure 4.dd](#), il s'agit d'évaluer dans un premier temps si **la contribution ajoutée maximale de la substance au milieu est négligeable** (rapport $C_{ajoutée\ maximale}/C_{initiale\ moyenne} < 5\%$). Dans ce cas, l'analyse est moins approfondie (approche proportionnée) : on s'assure que la contribution de la substance n'est pas susceptible d'avoir un effet sur le milieu, en comparant la concentration ajoutée maximale à la valeur de référence retenue.

Pour les substances dont la contribution maximale n'est pas négligeable devant la teneur moyenne dans le milieu, l'évaluation de l'impact est réalisée en comparant des concentrations cumulées (concentration initiale du milieu + concentration ajoutée après mélange) à des valeurs de référence (seuil, valeur-guide, PNEC ou données écotoxicologiques selon le type de substance).

Cette démarche méthodologique se base sur **deux approches complémentaires, moyenne et maximale** :

- **L'approche moyenne** permet de couvrir les conditions de flux et de débit moyens. Cette approche permet d'évaluer l'impact des flux annuels en comparaison à des valeurs de référence chroniques, qu'il convient de respecter en moyenne sur de longues périodes.
- **L'approche maximale**, très pénalisante, permet de couvrir les conditions de flux et de débit exceptionnels. Cette approche permet d'évaluer l'impact des flux 24 heures en comparaison à des valeurs de référence aiguës, qu'il convient de respecter sur de courts laps de temps ponctuels.

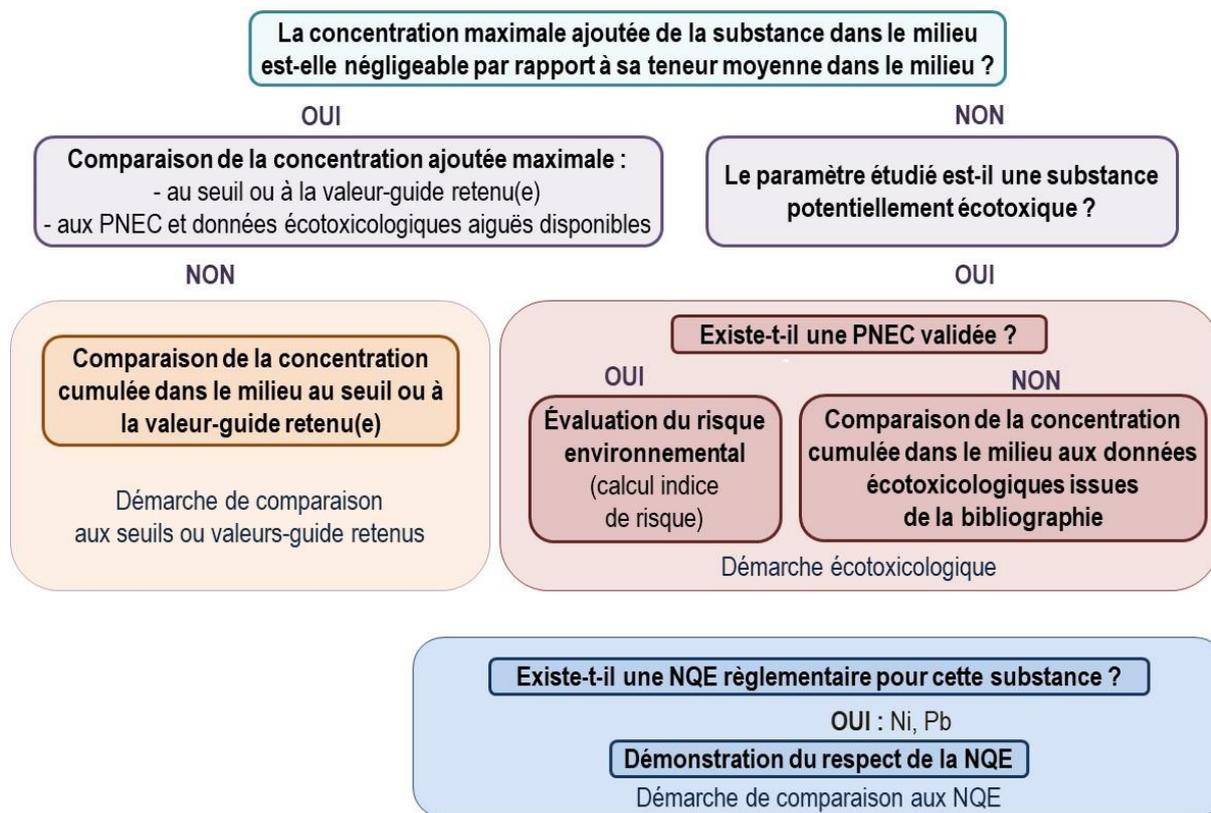


Figure 4.dd : Démarche générale de l'évaluation de l'impact des rejets chimiques liquides substance par substance

Pour ces deux approches :

- Si la substance considérée **n'est pas une substance potentiellement écotoxique**, une démarche de comparaison des concentrations cumulées aux seuils et valeurs guides retenus est réalisée ; c'est notamment le cas pour les paramètres généraux de qualité d'eau (sels minéraux, substances eutrophisantes).
- Si la substance considérée est **potentiellement écotoxique**, une démarche écotoxicologique est mise en œuvre (tel que détaillé ci-dessous). Pour les substances disposant d'une Norme de Qualité Environnementale (NQE), telles que le nickel et le plomb (en eau de mer), cette approche est complétée par une comparaison à la NQE.

Dans le cas où une démarche écotoxicologique est requise, celle-ci se décline comme suit :

- **Évaluation du risque environnemental**
Une **évaluation du risque environnemental** est menée pour calculer un Indice de Risque (IR) lorsque pour la substance considérée, des données écotoxicologiques ont été analysées et retenues par la R&D d'EDF et qu'une PNEC est disponible.

L'analyse du risque environnemental est une méthode recommandée par la communauté européenne (Guides EChA (Agence Européenne des Produits Chimiques (European Chemicals Agency)) élaborés dans le cadre de REACh (Enregistrement, Évaluation et Autorisation des Produits Chimiques (Registration, Evaluation, Authorization and restriction of CHemicals))⁴⁶) pour la caractérisation du risque de production et de mise sur le marché européen de substances nouvelles ou existantes, et non pour déterminer l'impact local de substances dans un milieu particulier.

Elle se fonde sur l'établissement d'un indice de risque (IR) calculé comme suit pour une substance⁴⁷ :

$$IR = \frac{PEC}{PNEC} = \frac{\text{Concentration prévisible dans l'environnement (i.e. concentration cumulée calculée)}}{\text{Concentration réputée sans effet prévisible sur l'environnement}}$$

Cette définition correspond à ce qui est appelé l'« **IR cumulé** ». On appellera « **IR attribuable** » l'indice de risque calculé à partir de la concentration ajoutée de la substance, permettant ainsi de s'affranchir de la concentration initiale.

L'analyse peut être affinée en calculant un indice de risque à partir :

- d'une **PNEC statistique** : la méthode d'extrapolation statistique est utilisée si le jeu de données sur les distributions de sensibilité des espèces (SSD) est suffisant. Cette méthode est plus robuste vis-à-vis des valeurs extrêmes et prend en compte la totalité de l'information disponible. **La PNEC définie avec cette méthode a pour objectif de couvrir 95 % des espèces et permet de protéger l'écosystème dans sa globalité,**
- d'une **PNEC mésocosme** : basée sur un test en canaux, où un écosystème aquatique artificiel est reproduit. Ce test, plus robuste qu'un test en laboratoire, permet de fournir des données pertinentes sur le devenir et l'écotoxicité d'une substance pour différents compartiments et espèces de l'écosystème. **La PNEC mésocosme définie avec cette méthode a pour objectif de protéger l'écosystème dans sa globalité.**

La méthode d'analyse du risque environnemental au sens de l'EChA permet de conclure à l'absence de risque dans le cas où l'IR est inférieur ou égal à 1, mais n'apporte pas d'information interprétable quant à la présence de risque (probabilité d'occurrence, amplitude) pour un rapport supérieur à 1. Il est ainsi nécessaire d'affiner par d'autres voies l'analyse engagée, en tenant compte notamment des **caractéristiques de persistance de la substance dans l'environnement, ainsi que des résultats sur des indicateurs biologiques acquis *in situ*.**

⁴⁶ Les guides de l'EChA élaborés dans le cadre de la réglementation REACh sont mis à disposition sur : <http://echa.europa.eu/fr/guidance-documents/guidance-on-information-requirements-and-chemical-safety-assessment>.

⁴⁷ PEC : Predicted Environmental Concentration – PNEC : Predicted No Effect Concentration.

- **Comparaison avec les données écotoxicologiques disponibles**

Une comparaison avec les données écotoxicologiques disponibles est menée lorsque l'analyse du risque environnemental n'est pas possible (PNEC inexistante, non validée).

Les concentrations cumulées issues des scénarios étudiés sont alors comparées aux données écotoxicologiques disponibles (NOEC⁴⁸, CE10⁴⁹, CE50⁵⁰, CL50⁵¹). Cette approche fournit des informations relatives au compartiment biologique représentatif d'une chaîne trophique susceptible de subir des incidences, et permet de confronter ces résultats aux données acquises *in situ*, et aux évolutions constatées dans le cadre du suivi hydroécologique.

4.2.3.2.1.2. Méthode de calcul des concentrations

Calcul des concentrations initiales

Les concentrations initiales correspondent aux concentrations maximales et moyennes d'une substance dans le milieu à proximité du site hors d'influence des rejets :

- la **concentration initiale moyenne** interannuelle ou trimestrielle ($C_{\text{initiale_moyenne}}$),
- la **concentration initiale maximale** ($C_{\text{initiale_90\%}}$) qui correspond au percentile 90 (valeur en dessous de laquelle se trouvent 90% des valeurs mesurées, déterminée selon la méthode d'agrégation des résultats de qualité de l'eau utilisée par le SEQ-Eau).

Lorsqu'il existe plusieurs sources de données pour une substance, il est généralement choisi de prendre la chronique de mesures la plus longue et complète réalisée au plus près du site (représentatif de l'eau prélevée par le site), avec une limite de quantification de la substance suffisamment basse.

Calcul des concentrations ajoutées ou cumulées

La concentration cumulée d'une substance correspond à sa concentration initiale dans le milieu à laquelle on additionne sa concentration ajoutée par le site dans le milieu après mélange.

- **Approche moyenne**

La concentration moyenne ajoutée ($C_{\text{moy_ajoutée}}$) est calculée comme suit, avec le flux annuel pour la substance concernée et une situation de rejet rencontrée le plus fréquemment (*i.e.* un ou trois réacteurs en fonctionnement selon le type de substance (Cf. [Paragraphe 4.2.3.2.2.3](#))).

$$C_{\text{moy ajoutée}} = \frac{\text{Flux annuel}}{\text{Débit moyen}} \times \text{Coefficient de dilution}$$
$$C_{\text{moy ajoutée}} = \frac{\text{Flux annuel}}{\text{Débit nominal 1 ou 3 tranches}} \times \text{Coefficient de dilution}$$

La méthodologie de détermination du nombre de réacteurs à prendre en compte est détaillée en [Annexe 5](#).

⁴⁸ NOEC : No Observed Effect Concentration. Plus forte concentration testée à laquelle aucun effet sur l'organisme vivant n'a été observé.

⁴⁹ CE10 : concentration qui engendre un effet de 10 % par rapport aux contrôles. Déterminée statistiquement sur la base d'une modélisation.

⁵⁰ CE50 : concentration qui engendre un effet de 50 % par rapport aux contrôles.

⁵¹ CL50 : concentration tuant 50 % des individus testés.

- **Approche maximale**

L'approche maximale revient à se placer dans le cas d'une situation pénalisante. En effet, le flux 24 heures ajouté constitue une limite maximale et le débit de rejet choisi correspond au fonctionnement de une ou trois pompes CRF (Cf. [Paragraphe 4.2.3.2.2.3](#)). La concentration maximale ajoutée ($C_{max_ajoutee}$) est égale à la concentration journalière ajoutée maximale après mélange dans le champ proche en mer qui correspond au flux 24 heures de la substance au débit de une ou trois pompes CRF et au même coefficient de dilution qu'en approche moyenne.

$$C_{max\ ajoutée} = \frac{Flux\ 24h}{Débit\ réduit} \times Coefficient\ de\ dilution$$

La méthodologie de détermination du nombre de réacteurs à prendre en compte est détaillée en [Annexe 5](#).

4.2.3.2.2. Données d'entrée et hypothèses retenues

4.2.3.2.2.1. Flux des substances étudiées

Les substances étudiées sont l'ensemble des substances rejetées par le site (réacteurs 1, 2 et 3). Les flux globaux de ces substances sont présentés au [Chapitre 2](#). Pour chacune d'entre elles, on retient le scénario défini comme le plus pénalisant, qui correspond à la somme des flux provenant de différentes sources.

Les paramètres DCO (Demande Chimique en Oxygène) et DBO₅ (Demande Biologique en Oxygène à 5 jours) permettent de connaître la charge en matière oxydables, et donc la pollution en matière organique de l'eau. La mesure de ces paramètres **est difficilement** réalisable en eau de mer du fait de la complexité des processus biologiques (DBO) ou des interférences avec les ions chlorures (DCO), **ou avec une sensibilité non pertinente (LQ très élevée de 30 mg/L pour ces deux substances). Compte-tenu de la contribution minimale du site et des bruits de fond naturellement présents (moins de 0,01 % en concentration moyenne pour ces deux substances)** l'étude d'impact environnemental n'est pas réalisée sur les flux caractérisés en DCO et DBO₅.

Les paramètres chlorures et sodium sont naturellement présents dans le milieu marin. La Manche a une salinité moyenne de 35, le chlorure et le sodium représentent 85% des sels dissous (Loi de Dittmar). La Manche contient d'ores-et-déjà une grande quantité de chlorures et de sodium. **La contribution du site est minime par rapport au bruit de fond (moins de 0,0005 % en concentration moyenne pour ces deux substances)**. De ce fait, **l'étude d'impact environnemental n'est pas réalisée sur les flux caractérisés en chlorures et en sodium**.

4.2.3.2.2.2. Concentrations initiales

L'ensemble des concentrations initiales sont présentées en [Annexe 5](#). Les données utilisées sont issues, selon les paramètres, de :

- Mesures réalisées dans le cadre de la surveillance hydroécologique réglementaire du site de Flamanville sur la période 2010-2019 à la station référence.
- Campagnes de mesures réalisées entre mai et août 2020 à la station référence.
- Données issues du suivi réalisé par l'Agence de l'Eau dans le cadre de la DCE à Diélette (point de surveillance 017-P-006) sur la période [2010-2019].
- Données bibliographiques, lorsqu'aucune donnée de mesure n'était disponible.

4.2.3.2.2.3. Débits de rejet et coefficient de dilution

Les débits de rejet et coefficients de dilution considérés sont précisés dans le tableau suivant, selon les substances.

Tableau 4.ff : Débits de rejet et coefficients de dilution retenus pour l'évaluation

Type de substance	Débit moyen (m ³ /s)	Débit minimal (m ³ /s)	Coefficient de dilution
Substances issues du traitement par électrochloration des circuits de refroidissement ⁵²	154	81	0,12
Autres substances	44	22,5	0,09

Les méthodologies de détermination des débits de rejets et des coefficients de dilution sont détaillées en [Annexe 5](#) et dans le [Paragraphe 4.2.2.2.1.5](#) pour les coefficients de dilution.

4.2.3.2.3. Valeurs de référence des substances étudiées

Les valeurs de référence des NQE, des PNEC, des données écotoxicologiques et les valeurs guides sont répertoriées dans l'[Annexe 5](#).

4.2.3.2.4. Évaluation de l'impact substance par substance

4.2.3.2.4.1. Contribution du rejet de la substance par rapport à sa teneur dans le milieu

Dans un premier temps, pour chaque substance dont la concentration initiale n'est pas nulle, le ratio entre la concentration maximale ajoutée et sa concentration moyenne dans le milieu est calculé.

Dans le cas où le ratio obtenu est inférieur à 5 %, on considère que la contribution maximale est négligeable par rapport au bruit de fond. L'analyse consiste alors à comparer la concentration maximale ajoutée à la valeur de référence réglementaire et/ou écotoxicologique retenue. Ce principe est conforme à l'approche proportionnée prescrite par le code de l'environnement et l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, modifié.

Le [Tableau 4.gg](#) ci-après présente les substances dont la concentration maximale ajoutée en mer ($C_{ajoutée_max}$) est négligeable devant la teneur moyenne dans le milieu ($C_{initiale_moy}$).

⁵² Bromoforme et Oxydants Résiduels Totaux (ORT).

Tableau 4.gg : Substances dont la concentration maximale ajoutée en mer est négligeable devant la teneur moyenne dans le milieu

Substance	Flux annuel (kg)	Flux 24 heures (kg)	C _{initiale moy} (mg/L)	C _{ajoutée max} (mg/L)	Ratio C _{ajoutée max} /C _{initiale moy} (%)	Analyse
Sulfates	122 702	2 100	2,6.10 ⁺³	9,7.10 ⁻²	0,0037	Il n'existe pas de valeur de référence de qualité d'eau en milieu marin pour le paramètre sulfates. Toutefois, la concentration maximale ajoutée en sulfates de 9,7.10 ⁻² mg/L est négligeable devant la concentration naturellement présente dans le milieu, puisqu'elle ne représente que 0,00004 % de celle-ci. Par conséquent, l'analyse ne met pas en évidence d'impact environnemental lié aux rejets de sulfates.
MES	32 162	372	1,0.10 ⁺¹	1,7.10 ⁻²	0,17	La concentration ajoutée maximale en MES est de 1,7.10 ⁻² mg/L, ce qui est très inférieur à la valeur seuil retenue de 10 mg/L (limite de classe 1B de la grille de qualité d'eau de mer CQEL ⁵³). Ainsi, l'analyse ne met pas en évidence d'impact environnemental lié aux rejets de MES.
Aluminium total	36	1,82	7,8.10 ⁻²	8,4.10 ⁻⁵	0,11	La concentration maximale ajoutée en aluminium, de 8,4.10 ⁻⁵ mg/L, est très inférieure aux valeurs de référence écotoxicologiques retenues en milieu marin (données aigües comprises entre 0,245 mg/L et 3 mg/L). Ainsi, l'analyse ne met pas en évidence d'impact environnemental lié aux rejets d'aluminium.
Chrome total	3	0,16	3,0.10 ⁻⁴	7,4.10 ⁻⁶	2,5	La concentration maximale ajoutée en chrome, de 7,4.10 ⁻⁶ mg/L, est très inférieure aux valeurs de référence écotoxicologiques retenues en milieu marin (données aigües supérieures ou égales à 0,022 mg/L)*. Ainsi, l'analyse ne met pas en évidence d'impact environnemental lié aux rejets de chrome.
Cuivre total	28	1,4	2,5.10 ⁻³	6,5.10 ⁻⁵	2,6	La concentration maximale ajoutée en cuivre, de 6,5.10 ⁻⁵ mg/L, est très inférieure aux valeurs de référence écotoxicologiques retenues en milieu marin (données aigües comprises entre 0,017 et 51,8 mg/L). Ainsi, l'analyse ne met pas en évidence d'impact environnemental lié aux rejets de cuivre.

⁵³ CQEL : Cellule Qualité des Eaux Littorales.

Substance	Flux annuel (kg)	Flux 24 heures (kg)	C _{initiale moy} (mg/L)	C _{ajoutée max} (mg/L)	Ratio C _{ajoutée max} /C _{initiale moy} (%)	Analyse
Fer total	14 003	111	2,8.10 ⁻¹	5,1.10 ⁻³	1,8	La concentration maximale ajoutée en fer, de 5,1.10 ⁻³ mg/L, est très inférieure aux valeurs de référence écotoxicologiques retenues en milieu marin (données aiguës comprises entre 2,9 et 81,2 mg/L). Ainsi, l'analyse ne met pas en évidence d'impact environnemental lié aux rejets de fer.
Manganèse total	15	0,74	4,0.10 ⁻²	3,4.10 ⁻⁵	0,086	La concentration maximale ajoutée en manganèse, de 3,4.10 ⁻⁵ mg/L, est très inférieure aux valeurs de référence écotoxicologiques retenues en milieu marin (données aiguës comprises entre 1,5 et 51,8 mg/L). Ainsi, l'analyse ne met pas en évidence d'impact environnemental lié aux rejets de manganèse.
Nickel total	4,0	0,18	2,8.10 ⁻³	8,3.10 ⁻⁶	0,30	La concentration maximale ajoutée en nickel, de 8,3.10 ⁻⁶ mg/L, est très inférieure aux valeurs de référence écotoxicologiques retenues en milieu marin (données aiguës comprises entre 0,05 mg/L et 118,3 mg/L) et réglementaires retenues (NQE-CMA ⁵⁴ = 0,034 mg/L). Ainsi, l'analyse ne met pas en évidence d'impact environnemental lié aux rejets de nickel.
Plomb total	3,0	0,13	2,5.10 ⁻⁴	6,0.10 ⁻⁶	2,4	La concentration maximale ajoutée en plomb, de 6,0.10 ⁻⁶ mg/L, est inférieure aux valeurs de référence écotoxicologiques retenues en milieu marin (données aiguës comprises entre 0,02 mg/L et 1,5 mg/L) et réglementaires retenues (NQE-CMA = 0,014 mg/L). Ainsi, l'analyse ne met pas en évidence d'impact environnemental lié aux rejets de plomb.
Zinc total	43	2,16	5,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻⁴	0,20	La concentration maximale ajoutée en zinc, de 1,0.10 ⁻⁴ mg/L, est très inférieure aux valeurs de référence écotoxicologiques retenues en milieu marin (données aiguës comprises entre 0,06 mg/L et 0,19 mg/L). Ainsi, l'analyse ne met pas en évidence d'impact environnemental lié aux rejets de zinc.
Acide borique	23 600	5 600	3,0.10 ⁺¹	2,6.10 ⁻¹	0,86	La concentration maximale ajoutée en bore, de 2,6.10 ⁻¹ mg/L est inférieure à la PNEC aiguë (égale à 67,5 mg/L)*. Ainsi, l'analyse ne met pas en évidence d'impact environnemental lié aux rejets d'acide borique.

⁵⁴ NQE-CMA : Norme de Qualité Environnementale en Concentrations Maximale Admissible.

Substance	Flux annuel (kg)	Flux 24 heures (kg)	C _{initiale moy} (mg/L)	C _{ajoutée max} (mg/L)	Ratio C _{ajoutée max} /C _{initiale moy} (%)	Analyse
Lithine	12,4	9,0	1,8.10 ⁻¹	4,2.10 ⁻⁴	0,23	La concentration maximale ajoutée en lithine, de 4,2.10 ⁻⁴ mg/L, est très inférieure aux valeurs de référence écotoxicologiques retenues en milieu marin (données aigües supérieures ou égales à 19,1 mg/L). Ainsi, l'analyse ne met pas en évidence d'impact environnemental lié aux rejets de lithine.

* Donnée acquise sur eau douce.

Pour les substances dont le ratio est supérieur à 5 %, ainsi que pour les substances dont la concentration initiale est considérée comme nulle, une analyse plus approfondie est réalisée au [Paragraphe 4.2.3.2.4.2.](#)

Substances dont le ratio est supérieur à 5 %	Ammonium, nitrates, phosphates, détergents, bromoforme, oxydants résiduels totaux	⇒ Analyse approfondie
Substances dont la concentration initiale est considérée comme nulle	Hydrazine, éthanolamine, méthylamine, éthylamine, oxalates, acétates, glycolates, formiates, anti-incrustants	

4.2.3.2.4.2. Évaluation de l'impact des substances

Comme présenté ci-dessus, une analyse plus approfondie est réalisée pour les substances dont le ratio $C_{maximale_ajoutée}/C_{initiale} \geq 5\%$ ou dont la concentration initiale est nulle. On distingue alors :

- Les **substances non écotoxiques**, pour lesquelles une démarche de comparaison aux seuils ou valeurs-guides retenues est appliquée. Les substances concernées par cette démarche sont les paramètres de qualité d'eau et les substances eutrophisantes suivantes : l'ammonium, les nitrates et les phosphates. Cette démarche est également appliquée aux détergents utilisés dans les laveries du site. *Nota* : pour les substances étudiées, les valeurs de références retenues sont toutes représentatives d'un impact chronique, et non aigu. Aussi, une comparaison à ces valeurs seuils en approche maximale est enveloppe et pénalisante.
- Les **substances potentiellement écotoxiques**, pour lesquelles une démarche écotoxicologique est appliquée⁵⁵. Les substances concernées par cette démarche sont : l'éthanolamine, l'hydrazine, le bromoforme, les oxydants résiduels et les détergents. Sont également concernés par cette démarche les sous-produits de dégradation de l'éthanolamine : acétates, formiates, glycolates oxalates, méthylamine, éthylamine.

⁵⁵ Exception faite de groupes de substances évalués en tant que famille globale pour lesquels une démarche écotoxicologique est difficilement applicable, i.e. les détergents.

4.2.3.2.4.2.1. Substances non écotoxiques

Ammonium

L'ammonium provient de la décomposition de la matière organique. Il est un facteur d'eutrophisation important si sa concentration est trop élevée, puisqu'il va constituer un apport en nutriments, direct ou indirect, pour le développement de la biomasse végétale aquatique.

Pour l'évaluation de l'impact des rejets en ammonium, les flux pris en compte sont les plus pénalisants, à savoir ceux issus du conditionnement ammoniacal (Cf. [Chapitre 2](#)) et de la station d'épuration. Les flux en ammonium issus d'un conditionnement éthanolamine étant inférieurs à ceux issus d'un conditionnement à l'ammoniacal, l'évaluation menée ci-dessous est considérée comme enveloppe.

Tableau 4.hh : Concentrations moyennes et maximales en ammonium

Substance	Approche moyenne				Approche maximale			Valeur de référence (mg/L)	
	Flux annuel (kg)	Concentrations moyennes trimestrielles* (mg/L)			Flux 24 heures (kg)	Concentrations maximales (mg/L)			
		C initiale	C ajoutée	C cumulée		C initiale 90 %	C ajoutée		C cumulée
Ammonium	50 914	$9,1 \cdot 10^{-3}$	$3,3 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	276,4	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-2}$	0,05

* Du trimestre où la concentration moyenne cumulée est la plus pénalisante, ici l'automne.

Au vu des valeurs-guides disponibles pour l'**ammonium**, la valeur limite de la classe 1B du CQEL de 0,05 mg/L est retenue pour l'analyse.

La **concentration moyenne cumulée** en ammonium de 0,012 mg/L est inférieure à la limite fixée par le CQEL (0,05 mg/L).

La **concentration maximale cumulée** en ammonium de 0,027 mg/L est inférieure à la limite fixée par le CQEL (0,05 mg/L).

Ainsi, l'analyse des rejets en ammonium en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'impact environnemental chronique et aigu sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

Phosphates

Les **phosphates** jouent un rôle important dans le développement des organismes autotrophes (notamment les algues planctoniques). Ils contribuent ainsi à l'eutrophisation. La majorité des phosphates dans les milieux aquatiques provient des apports domestiques et agricoles. Les rejets phosphorés du site proviennent des circuits de refroidissement intermédiaires, des chaudières (lutte contre la corrosion) et de la station d'épuration.

Tableau 4.ii : Concentrations moyennes et maximales en phosphates

Substance	Approche moyenne				Approche maximale			Valeur de référence (mg/L)	
	Flux annuel (kg)	Concentrations moyennes trimestrielles* (mg/L)			Flux 24 heures (kg)	Concentrations maximales (mg/L)			
		C initiale	C ajoutée	C cumulée		C initiale 90 %	C ajoutée		C cumulée
Phosphates	9 830	$4,8 \cdot 10^{-2}$	$6,4 \cdot 10^{-4}$	$4,9 \cdot 10^{-2}$	222	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$6,0 \cdot 10^{-2}$	0,06

* Du trimestre où la concentration moyenne cumulée est la plus pénalisante, ici l'hiver.

Au vu des valeurs-guides disponibles pour les **phosphates**, la valeur limite de la classe 1B du CQEL de 0,06 mg/L est retenue pour l'analyse.

La **concentration moyenne cumulée** en phosphates de 0,049 mg/L est légèrement inférieure à la limite fixée par le CQEL (0,06 mg/L). Il est important de noter que la concentration initiale en phosphates représente 98 % de la concentration cumulée.

La **concentration maximale cumulée** en phosphates de 0,060 mg/L est identique à la limite fixée par le CQEL (0,06 mg/L). Il est important de noter que la concentration initiale en phosphates représente 83 % de la concentration cumulée. De plus, la valeur seuil considérée est une valeur chronique, comparée avec des valeurs de concentration cumulées maximales, ce qui représente une démarche enveloppe et pénalisante. Les hypothèses de flux (24 heures) et de débit de rejet constituent un scénario enveloppe de faible occurrence.

Ainsi, l'analyse des rejets en phosphates en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'impact environnemental chronique et aigu sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

Nitrates

Les nitrates constituent la forme stable de l'azote minéral dans l'eau de mer bien oxygénée. En zone côtière, les nitrates ont pour principale origine le lessivage des terres agricoles et la dégradation *in situ* de la matière organique.

Pour l'évaluation de l'impact des rejets en nitrates, les flux pris en compte sont les plus pénalisants, à savoir ceux issus du conditionnement ammoniacal (Cf. [Paragraphe 2.6.5 du Chapitre 2](#)) et de la station d'épuration. Les flux en nitrates issus d'un conditionnement éthanolamine étant inférieurs à ceux issus d'un conditionnement à l'ammoniacal, l'évaluation menée ci-dessous est considérée comme enveloppe.

Tableau 4.jj : Concentrations moyennes et maximales en nitrates

Substance	Approche moyenne				Approche maximale			Valeur de référence (mg/L)	
	Flux annuel (kg)	Concentrations moyennes trimestrielles* (mg/L)			Flux 24 heures (kg)	Concentrations maximales (mg/L)			
		C initiale	C ajoutée	C cumulée		C initiale 90 %	C ajoutée		C cumulée
Nitrates	175 319	$4,8 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$4,9 \cdot 10^{-1}$	952	$6,1 \cdot 10^{-1}$	$4,4 \cdot 10^{-2}$	$6,5 \cdot 10^{-1}$	1,0

* Du trimestre où la concentration moyenne cumulée est la plus pénalisante, ici le printemps.

Au vu des valeurs-guides disponibles pour les **nitrates**, la valeur limite de la classe 1B du CQEL de 1,0 mg/L est retenue pour l'analyse.

La **concentration moyenne cumulée** en nitrates de 0,49 mg/L est inférieure à la limite fixée par le CQEL (1,0 mg/L).

La **concentration maximale cumulée** en nitrates de 0,65 mg/L est inférieure à la limite fixée par le CQEL (1,0 mg/L).

Ainsi, l'analyse des rejets en nitrates en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'impact environnemental chronique et aigu sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

4.2.3.2.4.2.2. Substances potentiellement écotoxiques

Hydrazine

L'**hydrazine**, de formule chimique N_2H_4 , est utilisée comme produit de conditionnement du circuit secondaire. Elle agit également comme réducteur pour éliminer l'oxygène dissous de l'eau du circuit primaire, et son utilisation est indispensable pour lutter contre la corrosion des matériaux constitutifs du circuit. Elle est dégradée à froid et à pression atmosphérique en azote moléculaire gazeux sous forme de gaz dissous dans l'eau (N_2) et en eau, qui sont des produits non toxiques. L'hydrazine est considérée comme non bioaccumulable (WHO working group, 1987), mais est toxique et agit plus spécifiquement sur les algues. Cette substance étant considérée comme potentiellement écotoxique, une démarche écotoxicologique est donc appliquée.

- **Approche moyenne**

Tableau 4.kk : Concentrations moyennes en hydrazine

Substance	Flux annuel (kg)	Concentration annuelle moyenne initiale (mg/L)	Concentration annuelle moyenne ajoutée en mer (mg/L)	Concentration annuelle moyenne cumulée en mer (mg/L)	PNEC chronique (mg/L)	Indice de risque (IR) attribuable	Indice de risque (IR) cumulée
Hydrazine	54	0	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	3,5	3,5

$IR = \text{indice de risque} = PEC/PNEC$;

L'indice de risque est supérieur à 1 (3,5). L'analyse est donc affinée avec la prise en compte d'une PNEC chronique statistique et de la dégradation de l'hydrazine (voir ci-dessous).

Utilisation d'une PNEC statistique :

Tableau 4.II : Calcul de l'indice de risque pour l'hydrazine avec une PNEC statistique – Approche moyenne

Substance	Flux annuel (kg)	Concentration annuelle moyenne initiale (mg/L)	Concentration annuelle moyenne ajoutée en mer (mg/L)	Concentration annuelle moyenne cumulée en mer (mg/L)	PNEC chronique statistique (mg/L)	Indice de risque (IR) attribuable	Indice de risque (IR) cumulée
Hydrazine	54	0	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	0,0095	0,0095

$IR = \text{indice de risque} = PEC/PNEC$.

L'indice de risque cumulé en utilisant la PNEC chronique affinée obtenue par la méthode statistique est inférieur à 1 en approche moyenne (0,0095). Ce calcul ne met pas en évidence de risque environnemental sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

• Approche maximale

Tableau 4.mm : Concentrations maximales en hydrazine

Substance	Flux 24 heures (kg)	Concentration initiale 90 % en mer (mg/L)	Concentration maximale ajoutée en mer (mg/L)	Concentration maximale cumulée en mer (mg/L)	PNEC aiguë (mg/L)	Indice de risque (IR) attribuable	Indice de risque (IR) cumulée
Hydrazine	4	0	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-6}$	46	46

IR = indice de risque = PEC/PNEC.

L'indice de risques est supérieur à 1. L'analyse est donc affinée avec la prise en compte d'une PNEC chronique statistique (cf. paragraphe ci-dessous) et de la dégradation de l'hydrazine.

Utilisation d'une PNEC statistique :

Le calcul d'indice de risque peut être affiné avec l'utilisation d'une PNEC statistique. Dans le cas présent, il s'agit de la PNEC chronique de $3,7 \mu\text{g/L}$ obtenue par méthode statistique. Cette PNEC chronique peut être utilisée en approche maximale, bien que son utilisation pour caractériser l'impact de rejets ponctuels constitue une démarche enveloppe et pénalisante.

Tableau 4.nn : Calcul de l'indice de risque pour l'hydrazine avec une PNEC statistique – Approche maximale

Substance	Flux 24 heures (kg)	Concentration initiale 90 % en mer (mg/L)	Concentration maximale ajoutée en mer (mg/L)	Concentration maximale cumulée en mer (mg/L)	PNEC chronique * (mg/L)	Indice de risque (IR) attribuable	Indice de risque (IR) cumulée
Hydrazine	4	0	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	0,46	0,46

IR = indice de risque = PEC/PNEC ; * : Cf. paragraphe au-dessus du tableau.

L'indice de risque cumulé en utilisant la PNEC statistique est inférieur à 1 en approche maximale (0,46). Ce calcul ne met pas en évidence de risque environnemental sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

Par ailleurs, une étude du comportement de l'hydrazine, par une approche bibliographique et par des études expérimentales de cinétique de dégradation dans l'eau de mer a été menée par EDF R&D en 2009. L'hydrazine est une substance soluble dans l'eau, avec un très faible potentiel de bioaccumulation. Dans l'eau, elle subit une dégradation par auto-oxydation (en présence d'oxygène seul) et par biodégradation. La cinétique de dégradation dépend de plusieurs paramètres : température, pH, teneur en matières organiques, dureté de l'eau, présence de métaux de transition, teneur en phosphates et taux d'oxygène dissous.

L'étude expérimentale de cinétique de dégradation a été réalisée en laboratoire sur des échantillons d'eau de mer prélevés au voisinage du CNPE de Penly. L'influence du pH de l'eau de mer et de la concentration en hydrazine ajoutée ont été étudiées en présence de MES. L'étude a montré que l'hydrazine se dégrade d'autant plus rapidement que la concentration initiale en hydrazine est faible et que le pH est élevé. Les temps de demi-vie évalués allaient de 10,2 h à 38,5 h pour des concentrations initiales ajoutées entre 25 et $200 \mu\text{g/L}$ (i.e. supérieur à l'ordre de grandeur de la concentration maximale ajoutée).

On peut conclure de ces résultats que l'hydrazine se dégrade rapidement dans le milieu marin. Elle est, de plus, considérée comme non bioaccumulable, ce qui fait que le risque d'incidence sur l'environnement est diminué d'autant. Ces éléments ne mettent pas en évidence de risque environnemental sur l'écosystème marin du site de Flamanville lié aux rejets aigus d'hydrazine.

Enfin, le site de Flamanville utilise depuis plusieurs années l'hydrazine comme produit de conditionnement du circuit secondaire. Le suivi de l'écosystème marin au droit du site, réalisé dans le cadre de la surveillance physico chimique et biologique règlementaire de l'environnement n'a pas montré d'influence du fonctionnement du CNPE sur les compartiments biologiques, en particulier le phytoplancton (Cf. [Paragraphe 4.2.3.1.2.3](#)), compartiment susceptible d'être le plus impacté, dans la mesure où l'hydrazine est considérée comme un puissant algicide. La structure des communautés phytoplanctoniques observées est typique de celles observées en Manche.

Ainsi, l'analyse des rejets en hydrazine en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'impact environnemental chronique et aigu sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

Éthanolamine

L'éthanolamine (C₂H₇NO) est utilisée comme produits de conditionnement du circuit secondaire.

Cette substance étant considérée comme potentiellement écotoxique, une démarche écotoxicologique est donc appliquée.

- **Approche moyenne**

Tableau 4.00 : Concentrations moyennes en éthanolamine

Substance	Flux annuel (kg)	Concentration annuelle moyenne initiale (mg/L)	Concentration annuelle moyenne ajoutée en mer (mg/L)	Concentration annuelle moyenne cumulée en mer (mg/L)	PNEC chronique (mg/L)	Indice de risque (IR) attribuable	Indice de risque (IR) cumulée
Éthanolamine	1 150	0	7,5.10 ⁻⁵	7,5.10 ⁻⁵	0,16	4,7.10 ⁻⁴	4,7.10 ⁻⁴

IR = indice de risque = PEC/PNEC.

L'indice de risque est très inférieur à 1 (0,00047).

- **Approche maximale**

Tableau 4.pp : Concentrations maximales en éthanolamine

Substance	Flux 24 heures (kg)	Concentration initiale 90 % en mer (mg/L)	Concentration maximale ajoutée en mer (mg/L)	Concentration maximale cumulée en mer (mg/L)	PNEC aiguë (mg/L)	Indice de risque (IR) attribuable	Indice de risque (IR) cumulée
Éthanolamine	25	0	1,2.10 ⁻³	1,2.10 ⁻³	0,16	7,2.10 ⁻³	7,2.10 ⁻³

IR = indice de risque = PEC/PNEC.

L'indice de risque est très inférieur à 1 (0,0072).

Ainsi, l'analyse des rejets en éthanolamine en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'impact environnemental chronique et aigu sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

Produits de dégradation de l'éthanolamine : méthylamine, éthylamine, acétates, formiates, glycolates, oxalates

La dégradation de l'éthanolamine entraîne la formation de différents produits : méthylamine, éthylamine, acétates, formiates, glycolates et oxalates.

Ces substances étant considérées comme potentiellement écotoxiques, une démarche écotoxicologique est donc appliquée.

L'acide acétique a également pour origine, en plus de la dégradation de l'éthanolamine, l'ajout d'anti-incrustant AQUAPROX TD2100. Ainsi, les flux considérés d'acétate comprennent les flux de dégradation de l'éthanolamine et les flux d'acide acétique provenant de l'anti-incrustant AQUAPROX TD210056.

- **Approche moyenne**

Tableau 4.qq : Concentrations moyennes des produits de dégradation de l'éthanolamine

Substance	Flux annuel (kg)	Concentration annuelle moyenne initiale (mg/L)	Concentration annuelle moyenne ajoutée en mer (mg/L)	Concentration annuelle moyenne cumulée en mer (mg/L)	Données écotoxicologiques chroniques les plus pénalisantes (mg/L)
Méthylamine	22,4	0	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	4,0*
Éthylamine	32,6	0	$2,1 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^{-6}$	1,7*
Acétates	4,55 + 6,8 ⁵⁷	0	$7,4 \cdot 10^{-7}$	$7,4 \cdot 10^{-7}$	100**
Formiates	5,69	0	$3,7 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^{-7}$	63
Glycolates	0,57	0	$3,7 \cdot 10^{-8}$	$3,7 \cdot 10^{-8}$	69,9
Oxalates	0,38	0	$2,5 \cdot 10^{-8}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	7,55*

* Donnée acquise sur eau douce.

** Donnée aiguë en l'absence de donnée écotoxicologique chronique pour cette substance et acquise sur eau douce.

Les concentrations moyennes en méthylamine, éthylamine, acétates, formiates, glycolates et oxalates ajoutées dans le milieu (toutes inférieures ou égales à $2,1 \cdot 10^{-6}$ mg/L) sont inférieures de plusieurs ordres de grandeur aux données écotoxicologiques chroniques les plus pénalisantes, citées dans la bibliographie réalisée concernant ces substances (Cf. [Annexe 5](#)).

⁵⁶ Conversion [acétate] = [acide acétique] * 1 (Masse molaire acétate/ Masse molaire acide acétique).

⁵⁷ Conversion du flux annuel d'acide acétique provenant de l'anti-incrustant TD2100 en acétate = $6,8 \times 1 = 6,8$.

- **Approche maximale**

Tableau 4.rr : Concentrations maximales des produits de dégradation de l'éthanolamine

Substance	Flux 24 heures (kg)	Concentration initiale 90 % en mer (mg/L)	Concentration maximale ajoutée en mer (mg/L)	Concentration maximale cumulée en mer (mg/L)	Données écotoxicologiques les plus pénalisantes (mg/L)
Méthylamine	1,02	0	$4,7 \cdot 10^{-5}$	$4,7 \cdot 10^{-5}$	4,0*
Éthylamine	1,47	0	$6,8 \cdot 10^{-5}$	$6,8 \cdot 10^{-5}$	1,7*
Acétates	0,15 + 0,033 ⁵⁸	0	$8,5 \cdot 10^{-6}$	$8,5 \cdot 10^{-6}$	100*
Formiates	0,12	0	$5,6 \cdot 10^{-6}$	$5,6 \cdot 10^{-6}$	570*
Glycolates	0,0090	0	$4,2 \cdot 10^{-7}$	$4,2 \cdot 10^{-7}$	133
Oxalates	0,0060	0	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	20,58*

* Donnée acquise sur eau douce.

Les concentrations maximales en méthylamine, éthylamine, acétates, formiates, glycolates et oxalates ajoutées dans le milieu (toutes inférieures ou égales à $6,8 \cdot 10^{-5}$ mg/L) sont inférieures de plusieurs ordres de grandeur aux données écotoxicologiques les plus pénalisantes, citées dans la bibliographie réalisée concernant ces substances (Cf. [Annexe 5](#)).

Ainsi, l'analyse des rejets en méthylamine, éthylamine, acétates, formiates, glycolates et oxalates en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'impact environnemental chronique et aigu sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

Détergents

Les **détergents** rejetés par le site de Flamanville sont issus des bâches T et S et des opérations de nettoyage de l'installation de dessalement. Les rejets de détergents sont issus du lavage du linge réalisé avec des lessives commerciales. Les fabricants de lessive sont tenus, par le cahier des charges, de fournir des lessives biodégradables, exemptes de phosphates et de produits chélatants tels que l'EDTA (acide Éthylène-Diamine-TétraAcétique) et le NTA (acide NitriloTriAcétique).

- **Approche moyenne**

Tableau 4.ss : Concentrations moyennes en détergents

Substance	Flux annuel (kg)	Concentration annuelle moyenne initiale (mg/L)	Concentration annuelle moyenne ajoutée en mer (mg/L)	Concentration annuelle moyenne cumulée en mer (mg/L)	Valeur de référence (mg/L)
Détergents	4 475	$1,7 \cdot 10^{-1}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-1}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$

La concentration moyenne cumulée ($0,17$ mg/L) est supérieure à la valeur de référence de la grille de qualité d'eau de mer du CQEL (limite de la classe 1B : $0,015$ mg/L).

Il est toutefois important de noter que la concentration initiale en détergents est déjà supérieure à ce seuil et représente 99,8 % de la concentration cumulée.

⁵⁸ Conversion du flux 24 heures d'acide acétique provenant de l'anti-incrustant TD2100 en acétate = $0,033 \times 1 = 0,033$.

Par ailleurs, alors que les détergents sont rejetés par le site depuis la mise en service des réacteurs 1 et 2, la surveillance physico-chimique et biologique de l'environnement ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique au droit du site (Cf. [Paragraphe 4.2.3.1](#)).

- **Approche maximale**

Tableau 4.tt : Concentrations maximales en détergents

Substance	Flux 24 heures (kg)	Concentration initiale 90 % en mer (mg/L)	Concentration maximale ajoutée en mer (mg/L)	Concentration maximale cumulée en mer (mg/L)	Valeur de référence (mg/L)
Détergents	395	$1,7 \cdot 10^{-1}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-1}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$

La concentration maximale cumulée (0,19 mg/L) est supérieure à la valeur de référence de la grille de qualité d'eau de mer du CQEL (limite de la classe 1B : 0,015 mg/L).

Il est toutefois important de noter que la concentration initiale en détergents est déjà supérieure à ce seuil et représente 89,5 % de la concentration cumulée.

De plus, la valeur seuil considérée est une valeur chronique, comparée avec des valeurs de concentration cumulées maximales, ce qui représente une démarche enveloppe et pénalisante. Les hypothèses de flux (24 heures) et de débit de rejet constituent un scénario enveloppe de faible occurrence.

Par ailleurs, alors que les détergents sont rejetés par le site depuis la mise en service des réacteurs 1 et 2, la surveillance physico-chimique et biologique de l'environnement ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique au droit du site (Cf. [Paragraphe 4.2.3.1](#)).

Ainsi, l'analyse des rejets en détergents en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'impact environnemental chronique et aigu sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

Sous-produits de l'électrochloration

- **Analyse globale des effluents électrochlorés**

Afin de pouvoir évaluer l'impact environnemental de l'ensemble des sous-produits formés lors de la chloration des circuits de refroidissement, EDF a réalisé en 2017 une étude sur le CNPE de Gravelines afin d'évaluer l'écotoxicité globale des effluents électrochlorés. Compte-tenu du fait que le CNPE de Gravelines possède six réacteurs traités par électrochloration, les résultats issus des essais menés à Gravelines peuvent être considérés comme enveloppe des autres sites situés sur le littoral Manche-Mer du Nord, dont le site de Flamanville.

Ainsi, un total de 46 tests a été réalisé sur les effluents d'électrochloration prélevés dans le canal de rejet du CNPE de Gravelines (huit campagnes d'avril à octobre 2017). Pour ce faire, les tests ont été menés sur cinq types d'organismes, représentant différents niveaux trophiques :

- **Bactérie marine** : essai d'inhibition de la luminescence de *Vibrio fischeri* sur 5, 15 et 30 min.
- **Algue marine** : essai d'inhibition de la croissance de *Phaeodactylum tricorutum* sur 72 h.
- **Crustacé (copépode) marin** : essai de la toxicité létale sur 48 heures et essais aux premiers stades de la vie à 6 jours d'*Acartia tonsa*.

- **Mollusque marin (huître)** : évaluation de la toxicité sur le développement embryonnaire de l'huître creuse *Crassostrea gigas* sur 24 h.
- **Poisson marin** : évaluation de la toxicité vis-à-vis des embryons et larves de turbot (*Scophthalmus maximus*) sur 10 jours.

Ces différents tests ont permis l'obtention d'information sur :

- L'écotoxicité aiguë et chronique de l'effluent réel.
- La toxicité de l'effluent à des stades sensibles de développement de l'huître mais également du copépode et du poisson.

Le [Tableau 4.uu](#) ci-dessous présente la synthèse de l'ensemble des résultats acquis durant les campagnes 2017 à Gravelines.

Tableau 4.uu : Synthèses des résultats des tests écotoxicologiques réalisés sur les effluents électrochlorés du CNPE de Gravelines en 2017

Tests réalisés - End point	Nombre de tests effectués	Résultats - Effluents d'électrochloration
Bactérie – inhibition luminescence	8	6 tests – pas de toxicité observée 1 test : effluent à 80 % (<i>i.e.</i> dilution de l'effluent : l'échantillon testé est constitué de 80 % d'effluent et 20 % d'eau témoin ⁵⁹) = 15,3 % d'effet 1 test : effluent à 80 % = 10 % d'effet, légère toxicité de l'eau de mer témoin
Algue – inhibition croissance	9	7 tests – pas d'effet observé. Pour 3 tests, l'eau de mer favorise la croissance des algues 1 test – eau de mer témoin = 94,8 % d'effet 1 test – effluent à 100% = 13,4 % d'effet
Poisson – toxicité (mortalité)	7	3 tests – pas d'effet observé 1 test – effluent à 50 % = 90 % d'effet ET effluent à 100 % < 10 % d'effet 3 tests – effet eau de mer et effluent 100 % similaires
Copépode - létalité	8	5 tests – pas de toxicité observée 2 tests – effluent à 100 % = 15 % et 20 % d'effet 1 test – effluent à 100 % = 20 % d'effet, eau de mer = 10 % d'effet
Copépode – inhibition développement larvaire	7	3 tests – pas de toxicité observée 1 test considéré comme invalide (impact algues rouges alimentaires) 1 test – effluent à 50 % = 100 % d'effet ET effluent à 100 % < 10 % d'effet 2 tests – effluent à 100 % = 75 % et 79 % d'effet, pas de toxicité observée pour l'effluent à 50 %
Bivalve – anomalie larvaire	7	3 tests – pas de toxicité observée 1 test – effluent à 100 % = 11,3 % d'effet – toxicité eau de mer 1 test – effet eau de mer et effluent 100 % similaires 1 test – effluent à 6,25 % = 59,4 % d'effet ET effluent à 100 % < 10 % d'effet 1 test – effluent à 100 % = 70 % d'effet avec EC50 (24 h) = 26 % d'effluent

⁵⁹ L'eau témoin correspond à l'eau de mer prélevée au niveau du canal d'amenée du CNPE, donc non soumise au traitement par électrochloration.

L'analyse des résultats des 45 tests valides (sur 46) montre que pour :

- 27 tests (6 tests bactérie, 7 tests algue, 3 tests poisson, 5 + 3 tests copépode, 3 tests bivalve) : aucune toxicité observée de l'effluent 100 % ;
- 7 tests (2 tests bactérie, 1 test algue, 3 tests copépode, 1 test bivalve) : faible toxicité observée de l'effluent 100 % (≤ 20 % d'effet) ;
- 1 test (algue) : l'eau de mer témoin présente une toxicité de 94,8 % alors que pour l'effluent non dilué cette toxicité est <10 % ;
- 3 tests (1 test poisson, 1 test copépode, 1 test bivalve) : aucune toxicité observée de l'effluent 100 % mais un des effluent dilué avec eau de mer présente une toxicité ;
- 3 tests (2 tests copépode, 1 test bivalve) : une toxicité de l'effluent non dilué est observée mais cette toxicité disparaît une fois l'effluent dilué à 50 % (tests copépode) ou au fil des dilutions (test bivalve) ;
- 4 tests (3 tests poisson et 1 test bivalve) : l'eau de mer témoin présente une toxicité similaire à l'effluent non dilué. En conséquence, l'effluent ne présente pas de toxicité additionnelle à celle déjà observée avec l'eau de mer.

Les résultats des tests écotoxicologiques montrent que les effluents électrochlorés non dilués du CNPE de Gravelines ne présentent pas de toxicité majeure (< 20 %) ou additionnelle à celle déjà observée avec l'eau de mer. **Pour les rares tests où une toxicité significative est observée, cet effet disparaît rapidement après dilution du rejet en eau de mer.**

À noter que des rejets en sous-produits de l'électrochloration sont déjà réalisés par le site depuis des décennies, la surveillance physico-chimique et biologique de l'environnement ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique de ces rejets au droit du site (Cf. [Paragraphe 4.2.3.1](#)).

Les tests ayant démontré que les éventuels effets écotoxiques observés disparaissent rapidement après dilution du rejet en eau de mer, il est possible de conclure que l'analyse des rejets de sous-produits d'électrochloration ne met pas en évidence d'impact environnemental chronique et aigu sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

Le sous-produit majoritaire de la chloration des circuits de refroidissement est le bromoforme, dont l'étude est développée ci-dessous.

- **Analyse du bromoforme**

Le bromoforme (CHBr₃) est un sous-produit de la chloration des circuits de refroidissement. Les composés dérivés pouvant se retrouver dans les eaux de rejet sont essentiellement les trihalométhanes. Le bromoforme en est la forme dominante.

Cette substance étant considérée comme potentiellement écotoxique, une démarche écotoxicologique est donc appliquée.

- **Approche moyenne**

Tableau 4.vv : Concentrations moyennes en bromoforme

Substance	Flux annuel (kg)	Concentration annuelle moyenne initiale (mg/L)	Concentration annuelle moyenne ajoutée en mer (mg/L)	Concentration annuelle moyenne cumulée en mer (mg/L)	PNEC chronique (mg/L)	Indice de risque (IR) attribuable	Indice de risque (IR) cumulée
Bromoforme	34 686	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$8,6 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$7,86 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$

IR = indice de risque = PEC/PNEC.

L'indice de risque est inférieur à 1 (0,13).

- **Approche maximale**

Tableau 4.wv : Concentrations maximales en bromoforme

Substance	Flux 24 heures (kg)	Concentration initiale 90 % en mer (mg/L)	Concentration maximale ajoutée en mer (mg/L)	Concentration maximale cumulée en mer (mg/L)	PNEC aiguë (mg/L)	Indice de risque (IR) attribuable	Indice de risque (IR) cumulée
Bromoforme	170	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-2}$	$4,1 \cdot 10^{-2}$	$4,4 \cdot 10^{-2}$

IR = indice de risque = PEC/PNEC.

L'indice de risque est inférieur à 1 (0,044).

Ainsi, l'analyse des rejets en bromoforme en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'impact environnemental chronique et aigu sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

- **Analyse des oxydants résiduels**

Les oxydants résiduels liés à la chloration regroupent principalement des ions hypobromites (BrO^-), hypochlorites (ClO^-) et des bromamines.

D'après les revues de la littérature, on situe le seuil de toxicité chronique des organismes marins pour ce groupe de substances à 0,02 mg/L (Mattice et Zittel, 1976).

Ces composés disparaissent rapidement dans l'eau de mer par diverses réactions physiques et chimiques.

La toxicité potentielle des composés oxydants ne s'exerce donc que dans le circuit de refroidissement et à proximité immédiate des rejets mais pas dans le milieu marin après dilution, puisque :

- les organismes vivants près du fond ne sont pas « dans le panache », qui remonte à la surface du fait des effets de flottabilité, et ne sont pas exposés aux oxydants résiduels ;
- les organismes dotés d'un mouvement propre (poissons) ne « restent » pas dans le panache des rejets (et d'ailleurs pas à la surface) qui suit les courants de marée. Ils subissent donc même près du rejet une durée d'exposition faible et intermittente ;

- le plancton suit la masse d'eau en mouvement et donc le panache des rejets. Cependant la distance parcourue par la masse d'eau (pour un courant moyen de 0,5 m/s) en 1 h 40 est de 3 000 m. Même en suivant la masse d'eau, le plancton ne restera pas dans la zone restreinte du champ proche des rejets suffisamment longtemps (durée d'exposition faible).

La surveillance planctonique réalisée au point rejet (dans le champ proche) depuis la mise en service des réacteurs 1 et 2 a confirmé l'absence d'impact lié à ces rejets (Cf. [Paragraphe 4.2.3.1](#)).

Enfin, afin de pouvoir affiner l'évaluation de l'impact environnemental de l'ensemble des composés formés lors de la chloration des circuits de refroidissement, EDF a réalisé en 2017 une étude afin d'évaluer l'écotoxicité globale des effluents électrochlorés. Les résultats de cette étude sont développés dans le paragraphe précédent « Sous-produits d'électrochloration ».

À noter que des rejets en sous-produits de l'électrochloration sont déjà réalisés par le site depuis des décennies, la surveillance physico-chimique et biologique de l'environnement ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique de ces rejets au droit du site (Cf. [Paragraphe 4.2.3.1](#)).

Les tests écotoxicologiques menés sur des effluents électrochlorés ont démontré que les éventuels effets écotoxiques observés disparaissent rapidement après dilution du rejet en eau de mer. Les analyses du bromoforme et des oxydants résiduels en approches moyennes et maximales ne mettent pas en évidence d'impact. Ainsi, il est possible de conclure que l'analyse des rejets liés au traitement par électrochloration (comprenant les oxydants résiduels et le bromoforme) ne met pas en évidence d'impact environnemental chronique et aigu sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

Anti-incrustants

Les produits anti-incrustants empêchent la précipitation minérale de composés tels que le carbonate de calcium (CaCO₃) et le sulfate de calcium (CaSO₄). Deux types de produits anti-incrustants peuvent être utilisés sur l'unité de dessalement du Site de Flamanville : l'AQUAPROX MTN5110 et l'AQUAPROX TD2100.

Le produit **AQUAPROX MTN5110** est caractérisé comme une solution aqueuse du sel pentasodique de l'acide amino-*tris*-méthylène-phosphonique, préparée à partir d'acide amino-*tris*-méthylène-phosphonique (ATMP) neutralisé par une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH). La composition de l'anti-incrustant AQUAPROX MTN5110 retenue pour l'évaluation de l'impact est basée sur l'hypothèse très pénalisante suivante (non réaliste chimiquement) : **teneur de 100 % en ATMP et 100 % en ion sodium.**

Le produit **AQUAPROX TD2100** est caractérisé comme une formulation organique acide dont les composants sont un acide alkylphosphonique (teneur de 7 à 10 %) et le polyacrylate de sodium.

L'acide alkylphosphonique de la formulation citée ci-dessus est l'acide hydroxyéthane diphosphonique (HEDP). La formulation contient aussi dans de très faibles proportions de **l'acide acétique (teneur maximale 1,5 %)** et de l'acide phosphoreux, présent dans le milieu sous forme de **phosphites (teneur maximale 1 %)**. De manière pénalisante, la **teneur en HEDP considérée est 10 %**.

Concernant le **polyacrylate de sodium**, il a été considéré une teneur de 90 % pour cette substance dans l'évaluation de l'impact en complément de l'acide alkylphosphonique. En l'absence de données sur la teneur en monomère résiduel, l'hypothèse a été prise d'une teneur en **acide acrylique de 2 %** (hypothèse majorante). En effet, les teneurs en monomères résiduels rencontrées dans divers procédés de polymérisation dans l'industrie sont comprises entre 0,1 et 2 % en moyenne.

L'analyse de l'acide acétique est réalisée dans le paragraphe sur les produits de dégradation de l'éthanolamine. Les flux d'acétates provenant de la dégradation de l'éthanolamine et les flux d'acétates provenant de l'anti-incrustant AQUAPROX TD2100 sont sommés.

- **Approche moyenne**

Tableau 4.xx : Concentrations moyennes des anti-incrustants

Substance	Flux annuel (kg)	Concentration annuelle moyenne initiale (mg/L)	Concentration annuelle moyenne ajoutée en mer (mg/L)	Concentration annuelle moyenne cumulée en mer (mg/L)	Données écotoxicologiques chroniques les plus pénalisantes (mg/L)
ATMP	4 531	0	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$	7,4*
HEDP	441,8	0	$2,9 \cdot 10^{-5}$	$2,9 \cdot 10^{-5}$	13*
Phosphites	4,5	0	$2,9 \cdot 10^{-7}$	$2,9 \cdot 10^{-7}$	9 784**
Polyacrylate de sodium	3 996,3	0	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	24,2*

Substance	Flux annuel (kg)	Concentration annuelle moyenne initiale (mg/L)	Concentration annuelle moyenne ajoutée en mer (mg/L)	Concentration annuelle moyenne cumulée en mer (mg/L)	PNEC chronique (mg/L)	Indice de risque (IR) attribuable	Indice de risque (IR) cumulée
Acide acrylique	81,6	0	$5,3 \cdot 10^{-6}$	$5,3 \cdot 10^{-6}$	0,003*	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$

IR = indice de risque = PEC/PNEC.

* Donnée acquise sur eau douce.

** Donnée aigüe en l'absence de donnée écotoxicologique chronique pour cette substance et acquise sur eau douce.

Les concentrations moyennes en ATMP, HEDP, phosphites, polyacrylate de sodium, acide acrylique ajoutées dans le milieu (toutes inférieures ou égales à $2,9 \cdot 10^{-4}$ mg/L) sont inférieures de plusieurs ordres de grandeur aux données écotoxicologiques chroniques les plus pénalisantes, citées dans la bibliographie réalisée concernant ces substances (Cf. [Annexe 5](#)). L'indice de risque pour l'acide acrylique est inférieur à 1 (0,0018).

- Approche maximale

Tableau 4.yy : Concentrations maximales des anti-incrustants

Substance	Flux 24 heures (kg)	Concentration initiale 90 % en mer (mg/L)	Concentration maximale ajoutée en mer (mg/L)	Concentration maximale cumulée en mer (mg/L)	Données écotoxicologiques aiguës les plus pénalisantes (mg/L)
ATMP	22	0	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	19,6*
HEDP	2,145	0	$9,9 \cdot 10^{-5}$	$9,9 \cdot 10^{-5}$	3*
Phosphites	0,022	0	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	9 784*
Polyacrylate de sodium	19,4	0	$9,0 \cdot 10^{-4}$	$9,0 \cdot 10^{-4}$	10*

Substance	Flux 24 heures (kg)	Concentration initiale 90 % en mer (mg/L)	Concentration maximale ajoutée en mer (mg/L)	Concentration maximale cumulée en mer (mg/L)	PNEC aiguë (mg/L)	Indice de risque (IR) attribuable	Indice de risque (IR) cumulée
Acide acrylique	0,4	0	$1,9 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$	0,003*	$6,3 \cdot 10^{-3}$	$6,3 \cdot 10^{-3}$

IR = indice de risque = PEC/PNEC.

* Donnée acquise sur eau douce.

Les concentrations maximales en ATMP, HEDP, phosphites, polyacrylate de sodium, acide acrylique ajoutées dans le milieu (toutes inférieures ou égales à $1,0 \cdot 10^{-3}$ mg/L) sont inférieures de plusieurs ordres de grandeur aux données écotoxicologiques aiguës les plus pénalisantes, citées dans la bibliographie réalisée concernant ces substances (Cf. [Annexe 5](#)). L'indice de risque pour l'acide acrylique est inférieur à 1 (0,0063).

Ainsi, l'analyse des rejets en anti-incrustants en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'impact environnemental chronique et aigu sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

4.2.3.3. CONCLUSION SUR L'IMPACT DES REJETS CHIMIQUES LIQUIDES

L'analyse des résultats de la surveillance hydroécologique et chimique de l'environnement a permis de montrer que les évolutions physico-chimiques, chimiques et biologiques du milieu, observées aux abords du site de Flamanville, n'étaient pas liées aux rejets passés et actuels du site.

L'évaluation substance par substance de l'impact des rejets chimiques liquides en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème marin du site de Flamanville pour les sulfates, les matières en suspension, l'ammonium, l'aluminium, le chrome, le cuivre, le fer, le manganèse, le nickel, le plomb, le zinc, l'acide borique, la lithine, les nitrates, les phosphates, l'hydrazine, l'éthanolamine, la méthylamine, l'éthylamine, l'acétate, le formiate, le glycolate, l'oxalate, le bromoforme, les oxydants résiduels totaux, l'anti-incrustant AQUAPROX TD1200 et l'anti-incrustant MTN5110.

La concentration **moyenne** cumulée en **détergents** totaux (0,17 mg/L) est supérieure à la valeur de référence de la grille de qualité d'eau de mer du CQEL (limite de la classe 1B : 0,015 mg/L). Il est toutefois important de noter que la concentration initiale en détergents est déjà supérieure à ce seuil et représente 99,8 % de la concentration cumulée moyenne. Le site de Flamanville est faible contributeur de l'apport en détergents.

La concentration **maximale** cumulée en **détergents** totaux (0,19 mg/L) est supérieure à la valeur de référence de la grille de qualité d'eau de mer du CQEL (limite de la classe 1B : 0,015 mg/L). Il est toutefois important de noter que la concentration initiale en détergents est déjà supérieure à ce seuil et représente 89,5 % de la concentration cumulée. De plus, la valeur seuil considérée est une valeur chronique, comparée avec des valeurs de concentration cumulées maximales, ce qui représente une démarche enveloppe et pénalisante. Les hypothèses de flux (24 heures) et de débit de rejet constituent un scénario enveloppe de faible occurrence.

Par ailleurs, alors que les détergents sont rejetés par le site depuis sa mise en service, la surveillance physico-chimique et biologique de l'environnement ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique au droit du site (Cf. [Paragraphe 4.2.3.1](#)). Compte-tenu de ces éléments, l'analyse des rejets en approche chronique et aiguë en détergents ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

Ainsi, l'analyse des rejets chimiques liquides ne met pas en évidence d'impact environnemental notable sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

4.2.4. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA MORPHOSÉDIMENTOLOGIE

Comme présenté au [Paragraphe 4.1.5.2](#), le site de Flamanville effectue régulièrement des opérations de dragage des sédiments du canal d'amenée et de rejet des sédiments prélevés en mer.

Deux techniques de dragage et deux voies de rejets sont envisagées :

- Utilisation d'une drague aspiratrice et rejets des sédiments par les bassins de rejet des réacteurs 1, 2 et 3.
- Dragage hydraulique ou mécanique et évacuation des sédiments par transport maritime vers un site d'immersion (clapage en mer).

Dans ce cas, deux zones de clapage sont possibles :

- La zone C3, située 5,3 km nord-ouest du site de Flamanville.
- La zone C4, située à 4,8 km au sud-ouest du site.

L'historique des dragages récents du canal d'amenée et des méthodes utilisées est présenté dans le [Tableau 4.zz](#).

Tableau 4.z.z : Historique des dragages du canal d'amenée du site de Flamanville

	2010		2012	2015	2016	2018	2019	2020
Volume <i>in situ</i> (m ³)	57 644	539	9 986	18 300	18 900	7 800	11 700	11 400
Nature	Sédiments	Roches	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments
Filière de destination	Clapage en mer, zone C4	Clapage en mer, zone C3	Refoulement dans canalisation de rejet	Clapage en mer, zone C3	Clapage en mer, zone C3	Refoulement dans canalisation de rejet	Refoulement dans canalisation de rejet	Refoulement dans canalisation de rejet
Méthode de dragage	Pelle mécanique	Déroctage au brise roche hydraulique	Drague aspiratrice	Pelle mécanique	Pelle mécanique	Drague aspiratrice	Drague aspiratrice	Drague aspiratrice

Le dragage-déroctage de 2010 (8 juin – 8 septembre) a fait l'objet d'un dragage par pelle mécanique de 57 644 m³ de sédiments et d'un déroctage de 539 m³ de roches.

Cette opération était rendue nécessaire afin de reprofiler le canal d'amenée en vue de la mise en service du réacteur 3. L'opération de déroctage de roches a donc été une opération exceptionnelle. Seul le dragage de sédiments est désormais envisagé.

4.2.4.1. QUALITÉ DES SÉDIMENTS DRAGUÉS

Comme présenté au [Paragraphe 4.1.5.2](#), des analyses granulométriques et chimiques et physico-chimiques ont été réalisées en 2018 sur les sédiments du canal d'amenée.

Concernant les analyses granulométriques :

- Sur la majorité du canal (points F à E), les matériaux demeurent peu cohésifs avec une fraction fine (< 2µm et 2 – 63 µm) en faible pourcentage. A l'inverse, sur les points à l'aval du canal (points C et D), les matériaux sont cohésifs avec une fraction fine (2 – 63 µm) en pourcentage élevé.
- Une évolution granulométrique nette entre l'amont du canal, caractérisé par un sédiment plus grossier à l'amont qu'à l'aval du canal d'amenée. On peut distinguer deux zones : Zone 1 (prélèvements F à E) et Zone 2 (prélèvements C et D).
- Une fraction de matière sèche variant de 69 à 77 % attestant de la présence d'une fraction organique mélangée au sédiment minéral.

Concernant les analyses chimiques et physico-chimiques des sédiments, l'arrêté du 9 août 2006, modifié par l'arrêté du 30 juin 2020, relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux, définit pour les sédiments marins des niveaux de référence N1 et N2 à respecter pour les éléments traces, les PCB et les HAP (en mg/kg ou µg/kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm) :

- Lors des dernières campagnes de caractérisation, pour l'ensemble des substances concernées, les seuils réglementaires N1 sont respectés pour l'ensemble des points de mesure.
- Pour les substances non soumises aux niveaux de référence, les résultats amènent les conclusions suivantes :
 - Les teneurs en fer et en aluminium sont à relativiser, le milieu naturel étant particulièrement riche en ces éléments (Cf. [Paragraphe 4.2.3.2.4.1](#)).
 - Concernant la microbiologie, le point D situé à l'aval du canal d'amenée présente des concentrations en microorganismes plus élevées qu'au niveau des autres points.
 - Pour l'ensemble des composés organoétains, les mesures étaient inférieures aux limites.

Ainsi, la composition des sédiments prélevés en 2018 respecte les niveaux de référence de l'arrêté du 30 juin 2020, le rejet des sédiments en mer est donc possible.

Compte-tenu de ces éléments, il n'est pas attendu d'impact des rejets de sédiments issus du canal d'amenée du site de Flamanville sur la qualité des eaux marines.

À noter qu'un programme de surveillance de la qualité des sédiments du canal d'amenée est mise en place par la prescription [EDF-FLA-188] de la décision modalité n° 2018-DC-0640, afin de s'assurer régulièrement que leur composition respecte toujours les niveaux de référence (seuils N1 de l'arrêté du 30 juin 2020) ou qu'elle est comparable au bruit de fond environnemental (Cf. [Paragraphe 4.3.2.4](#)).

4.2.4.2. IMPACT DES SÉDIMENTS REJETÉS EN FONCTION DU MODE D'INTERVENTION

4.2.4.2.1. Impact sur le milieu marin des sédiments rejetés par les bassins de rejet

Concernant le rejet des sédiments par les canalisations de rejets, comme présenté [Paragraphe 4.2.4.1](#) ci-dessus, la qualité des sédiments de dragage issue des analyses réalisées en 2018 n'est pas de nature à engendrer un impact sur le milieu aquatique.

À noter également que le programme annuel de surveillance physico-chimique et biologique de l'environnement aquatique du site de Flamanville ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique au droit du site (Cf. [Paragraphe 4.2.3.1](#)) alors que ce rejet se fait depuis plusieurs décennies.

Compte-tenu de ces éléments, il n'est pas attendu d'incidence sur le milieu marin des sédiments rejetés par les bassins de rejets.

4.2.4.2.2. Impact du clapage en mer

4.2.4.2.2.1. Incidence du rejet des sédiments sur la sédimentologie et la nature des fonds

Les fonds de ce secteur sont de nature grossière, composés d'une semelle de sédiments caillouto-graveleux, peu mobiles, sur laquelle affleurent fréquemment les roches.

Il convient de rappeler que les opérations de clapage en mer seront mises en œuvre uniquement pour des travaux de dragage de grande ampleur, notamment pour un nettoyage complet du canal d'amenée et un retour aux cotes initiales. Les sédiments rejetés seront dans ce cas plus ou moins grossiers (par opposition aux opérations avec rejets par les canalisations de rejet qui ne concernent que des sédiments fins).

Il y aura donc adéquation entre les sédiments dragués et la nature des fonds où les sédiments seront clapés.

Les conditions hydrodynamiques sont telles que devant le cap de Flamanville, la phase sableuse est mobile même en mortes eaux. L'essentiel des transits sédimentaires est en direction du nord/nord-ouest.

Les matériaux rejetés vont subir les phénomènes de tassement et de consolidation. L'érosion et la mise en mouvement du dépôt sédimentaire ont lieu lorsqu'un agent hydrodynamique communique une force d'intensité supérieure à la force de cohésion du matériau. Dans le contexte de Flamanville, les courants de marée vont conduire à une remobilisation rapide de la masse clapée.

De par les courants de marée et de houle, les dépôts provoqués par le clapage ne persisteront pas longtemps et aucune modification importante de la bathymétrie ne sera enregistrée.

4.2.4.2.2.2. Incidence sur la qualité des eaux marines

Le clapage des sédiments conduit à une augmentation significative du taux de MES sur la zone de rejets. Ce phénomène conduit à une augmentation de la turbidité et à une possible diminution du taux d'oxygène dissous. Néanmoins, les conditions hydrodynamiques sur les zones de clapage conduisent à une dispersion rapide des sédiments issus du dragage. L'influence de l'opération sur le taux de MES est donc limitée à une courte période suivant le clapage des sédiments.

Par ailleurs, comme présenté au [Paragraphe 4.2.4.1](#), compte-tenu de leur qualité chimique et physico-chimique, il n'est pas attendu d'impact des rejets de sédiments issus du canal d'amenée du site de Flamanville sur la qualité des eaux marines.

La remise en suspension des sédiments ne présente donc pas d'incidence notable au regard des analyses effectuées.

4.2.4.3. CONCLUSION

Compte-tenu des éléments présentés, de la qualité chimique et physico-chimique des sédiments mesurés en 2018 (leur composition respectant les niveaux de référence (seuils N1 de l'arrêté du 30 juin 2020) ou étant comparable au bruit de fond environnemental) et du programme de surveillance régulier de la qualité de ces sédiments, il n'est pas attendu d'impact des rejets de sédiments en mer du site de Flamanville sur la qualité des eaux marines.

De même, il n'est pas attendu d'impact à moyen et long terme sur la nature des fonds, la qualité des eaux marines et la biologie marine. Un impact localisé sur les zones de dépôt des sédiments est possible, mais se limitera à une période et à une zone restreintes.

De fait, il n'est pas attendu d'impact des opérations de dragage et de restitution des sédiments dans le milieu, quelle que soit la solution retenue pour le rejet des sédiments issus du dragage du canal d'amenée (bassins de rejet ou clapage en mer).

Une surveillance de la granulométrie et de la composition physico-chimique du sédiment est également effectuée en amont de toutes les opérations de dragage (cf. prescription [EDF-FLA-188] de la décision ASN n° 2018-DC-0640). Ce contrôle vise à s'assurer que les rejets ne se sont pas de nature à impacter la faune et la flore. De même, un suivi des zones de clapage est effectué après chaque opération de clapage en mer.

L'analyse des incidences des opérations de dragage et de restitution des sédiments sur la faune et la flore marine est faite dans au [Paragraphe 7.2 du Chapitre 7](#).

4.3.

SURVEILLANCE

4.3.1. SURVEILLANCE DES PRÉLÈVEMENTS ET DE LA CONSOMMATION D'EAU

4.3.1.1. PRÉLÈVEMENT EAU DOUCE

Les stations de pompage de Diélette et Siouville sont équipées de débitmètres pour la quantification de l'eau prélevée dans les cours d'eau.

Les débits des cours d'eau et le débit de la dérivation du Grand Douet vers le Petit Douet sont mesurés et retransmis par l'application Castor (gestion par la Direction Technique Générale d'EDF).

Les quantités d'eau douce prélevées dans la Diélette, le Petit Douet et le Grand Douet sont enregistrées quotidiennement ce qui permet ainsi de contrôler le respect des valeurs limites (débits instantanés) pour les prélèvements d'eau dans ces cours d'eau.

Les volumes prélevés sont calculés quotidiennement avec le temps de fonctionnement et le débit nominal des pompes.

Les volumes mensuels sont calculés par la somme des relevés quotidiens.

Les volumes annuels sont calculés par la somme des volumes mensuels.

4.3.1.2. PRÉLÈVEMENT EAU DE MER

Tous les prélèvements en eau de mer (CRF, SEC, SEN, SRU) sont comptabilisés :

- Soit par mesure directe du débit lorsque cette mesure est possible,
- Soit par calcul : les volumes d'eau de mer sont calculés à partir du temps de fonctionnement des pompes de prélèvements et du débit nominal des pompes.

Les débits d'eau de mer sont comptabilisés et mentionnés annuellement dans le rapport annuel environnement.

La fiabilité des appareils de mesure servant à établir la redevance relative aux prélèvements sur la ressource en eau ont été considérés conformes par l'Agence de l'Eau Seine Normandie fin 2012. Ces dispositifs sont également utilisés pour l'exploitation du réacteur 3 (de type EPR).

4.3.1.3. PRÉLÈVEMENT EAU POTABLE

Le circuit d'eau potable (SEP) est assuré par le réseau de distribution de la commune d'agglomération du Cotentin et est alimenté par le réseau de la commune des Pieux.

Un compteur d'eau, des clapets anti-pollution, un filtre, des manomètres et des vannes d'isolement et une vanne de purge permettent d'évaluer la consommation d'eau et d'avoir une bonne qualité d'eau.

4.3.2. SURVEILLANCE DES REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES LIQUIDES

4.3.2.1. SURVEILLANCE DES REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES LIQUIDES DES RÉSERVOIRS T, S ET EX

La surveillance des effluents chimiques des réservoirs T, S et Ex du réacteur 3 du site de Flamanville est destinée à vérifier, a priori ou a posteriori, le respect des valeurs limites de rejet présentées au [Chapitre 2](#).

4.3.2.1.1. Rappel réglementaire

Selon les prescriptions de la décision n° 2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013 (modifiée) relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base, le site de Flamanville se doit de contrôler ses rejets chimiques liquides, afin de vérifier le respect de ses valeurs limites de rejets fixées par décisions de l'ASN.

4.3.2.1.2. Modalités de prélèvements

Les contrôles présentés dans ce chapitre sont applicables à l'ensemble du site de Flamanville (trois réacteurs) puisque les réservoirs d'entreposage sont communs aux réacteurs 1-2 et EPR.

Cependant, il est à noter que des mesures de concentration des substances chimiques ainsi que de volume des effluents chimiques associés aux effluents radioactifs liquides du réacteur 3 sont réalisées avant transfert aux réservoirs communs d'entreposage afin d'assurer un Retour d'EXpérience sur les rejets relatifs à ce réacteur.

Tous les prélèvements effectués sur les réservoirs d'entreposage T, S et Ex du site de Flamanville font l'objet d'analyses au laboratoire « Effluents » du site. Selon l'organisation du laboratoire, certaines de ces analyses peuvent être sous-traitées.

Des équipements et des moyens appropriés de prélèvement et de contrôle permettent de prélever des échantillons représentatifs des rejets réalisés. Ces prélèvements sont réalisés dans les réservoirs d'entreposage (avant rejet) et aux extrémités des émissaires (pendant les rejets) véhiculant des effluents autres que des eaux de refroidissement. Les prélèvements réalisés au niveau des réservoirs de rejets sont réalisés après brassage de ces derniers.

Les mesures sont réalisées conformément aux procédures applicables et normes en vigueur.

Les points de prélèvement sont détaillés dans la décision modalités du site.

4.3.2.1.3. Modalités de contrôles

Le [Tableau 4.aaa](#) ci-dessous présente les paramètres chimiques contrôlés ainsi que les modalités de leur contrôle.

Tableau 4.aaa : Modalités de contrôle des paramètres chimiques des effluents des réservoirs T, S et Ex

Paramètres	Point de mesure	Périodicité de mesure
Acide borique	Réservoirs T, S	À chaque rejet
Éthanolamine	Réservoirs T, S et Ex	À chaque rejet ⁽¹⁾
Hydrazine	Réservoirs T, S et Ex	À chaque rejet
Azote total (ammonium, nitrates et nitrites)	Réservoirs T, S et Ex	À chaque rejet
Phosphates	Réservoirs T, S et Ex	À chaque rejet
Détergents ⁽²⁾	Réservoirs T, S	À chaque rejet ⁽²⁾
MES	Réservoirs T, S et Ex	Trimestrielle sur l'ensemble des réservoirs rejetés au cours d'une journée
Métaux totaux (zinc, cuivre, manganèse, nickel, chrome, fer, aluminium, plomb)	Réservoirs T, S et Ex	À chaque rejet* + aliquote mensuelle
DCO	Réservoirs T, S et Ex	Aliquote mensuelle sur prélèvements réalisés à chaque rejet
<i>⁽¹⁾ Uniquement en cas d'utilisation pour le conditionnement du circuit secondaire.</i>		
<i>⁽²⁾ Sauf si les réservoirs n'ont pas reçu de détergents.</i>		

* Conformément à l'article 5 de la décision n° 2018-DC-0640, l'ASN demande de lui fournir un an après la fin du premier cycle de l'INB n° 167, une étude permettant de caractériser les usages sensibles du littoral et la mise à jour de l'évaluation quantitative des risques sanitaires sur la base de cette étude et du retour d'expérience, notamment en termes de rejets en métaux totaux.

4.3.2.1.4. Comptabilisation des substances chimiques rejetées

La vérification du respect des limites de rejets en flux 2 heures, 24 heures et annuel, et en concentration ajoutée au canal de rejet (présentées au [Chapitre 2](#)) se fait par calcul pour chaque substance ou paramètre chimique. Le calcul de ces flux est réalisé à partir des concentrations mesurées dans les réservoirs, des débits et des temps de rejet des réservoirs, ou des volumes rejetés.

L'article 3.2.7 de la décision n° 2013-DC-0360 modifiée par la décision n° 2016-DC-0569, homologuée par l'arrêté du 5 décembre 2016 (décision « Environnement ») fixe les modalités de comptabilisation des flux de substances chimiques : « Pour les calculs de flux sur les substances chimiques faisant l'objet d'une valeur limite d'émission fixée par une prescription pour la protection, si le flux est calculé à partir des mesures sur les effluents, lorsque les valeurs de concentration sont inférieures à la limite de quantification, on retient par convention une valeur égale à la moitié de la limite de quantification concernée ».

La vérification du respect des concentrations ajoutées à l'ouvrage de rejet pour chaque substance ou paramètre chimique, se fait par calcul.

Les concentrations ajoutées à l'ouvrage de rejet sont estimées par calcul à partir des mesures réalisées au niveau des bâches T, S, Ex. En effet, les performances analytiques et notamment les limites de quantification des méthodes existantes de dosage des différents paramètres chimiques ne permettraient pas toujours de réaliser les mesures directement dans l'ouvrage de rejet.

4.3.2.1.5. Limites de quantification des méthodes de mesure utilisées

Pour un même paramètre, la limite de quantification peut varier en fonction de la méthode mise en œuvre par le laboratoire en charge de la mesure, de la matrice de l'échantillon et des exigences réglementaires vis-à-vis des performances à atteindre par le laboratoire. Les méthodes et les limites de quantification sont présentées dans le [Tableau 4.bbb](#) ci-après.

Tableau 4.bbb : Techniques de mesure et limites de quantification

Paramètres		Méthode de mesure disponible	Limitation de quantification de la méthode (en mg/L)
Acide borique		Spectrométrie d'absorption moléculaire	0,1 en bore soit 0,6 en acide borique
Éthanolamine (C ₂ H ₇ ON)		Chromatographie ionique	0,05
Hydrazine (N ₂ H ₄)		Chromatographie ionique	0,005
		Spectrométrie d'absorption moléculaire	
Phosphates (sous forme orthophosphates)		Chromatographie ionique	0,05
		Spectrométrie d'absorption moléculaire	
Azote total (N)	Ammonium	Spectrométrie d'absorption moléculaire	0,05
		Chromatographie ionique	0,05
	Nitrites	Chromatographie ionique	0,05
		Spectrométrie d'absorption moléculaire	
Nitrates	Chromatographie ionique	0,05	
Détergents		Spectrométrie UV	0,5
Métaux totaux (zinc, cuivre, manganèse, nickel, chrome, fer, aluminium)		ICP-AES	0,005 à 0,020 selon les éléments
DCO		Spectrométrie d'absorption moléculaire	6 mg O ₂ /L
MES		Méthode par filtration et pesée	2

4.3.2.2. SURVEILLANCE DES REJETS LIÉS À LA PRODUCTION D'EAU DÉMINÉRALISÉE ET À L'UNITÉ DE DESSALEMENT

4.3.2.2.1. Modalités de contrôle

La surveillance porte sur le pH et sur les rejets de MES, de fer, de sulfates, détergents et produits anti-incrustants :

- Une surveillance du pH des rejets est effectuée dans la fosse à chaque neutralisation des effluents de régénération avant chaque vidange. La mesure est faite en continu lors des rejets.
- Le contrôle des MES, des sulfates et du fer utilisés pour le fonctionnement de la station de déminéralisation est réalisé par calcul du flux 24 heures à partir des quantités de réactifs employés.
- Le contrôle des détergents utilisés pour les nettoyages des membranes est réalisé par calcul du flux sur 24 heures des effluents issus de l'unité de dessalement à partir de la concentration des solutions de lavage des membranes et du volume d'effluents produits.
- Le contrôle des produits anti-incrustants est réalisé par calcul du flux annuel à partir des quantités de réactifs employées.
- Les consommations de réactifs (chlorure ferrique, soude, acide sulfurique ou chlorhydrique, détergents et produits anti-incrustants) utilisés pour la production d'eau déminéralisée sont comptabilisées à une fréquence mensuelle et permettent de vérifier le respect des valeurs limites imposées par la réglementation.

Le [Tableau 4.ccc](#) ci-dessous récapitule la surveillance des effluents en sortie de station de déminéralisation.

Tableau 4.ccc : Surveillance des effluents en sortie de station de déminéralisation et d'unité de dessalement

Paramètres	Modalités des contrôles
pH	Mesure dans la fosse de neutralisation avant chaque vidange Mesure en continu lors des rejets
MES	Détermination par calcul du flux sur 24 heures à partir des quantités de réactifs employées
Fer	
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	
Détergents	Lors des nettoyages des membranes, détermination par calcul du flux sur 24 heures des effluents issus de l'unité de dessalement à partir de la concentration des solutions de lavage des membranes et du volume d'effluents produits
Produits anti-incrustants	Détermination par calcul du flux annuel à partir des quantités de réactifs employées
L'exploitant réalise un suivi mensuel des consommations de réactifs (chlorure ferrique, soude, acide sulfurique ou chlorhydrique, détergents et produits anti-incrustants) utilisés pour la production d'eau déminéralisée	

4.3.2.2.2. Limites de quantification des méthodes de mesures utilisées

Pour un même paramètre, la limite de quantification peut varier en fonction de la méthode mise en œuvre par le laboratoire en charge de la mesure, de la matrice de l'échantillon et des exigences réglementaires vis-à-vis des performances à atteindre par le laboratoire. Les méthodes et les limites de quantification sont présentées dans le [Tableau 4.ddd](#) ci-après.

Tableau 4.ddd : Limites de quantification des méthodes de mesure utilisées

Paramètres	Méthode de mesure	Limitation de quantification de la méthode (en mg/L)
pH	Potentiométrie	/

4.3.2.3. SURVEILLANCE DE LA CHLORATION DES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT

4.3.2.3.1. Modalités de contrôle

Les eaux des circuits de refroidissement sont traitées lorsque la température de l'eau de mer est supérieure à 10°C pour éviter toute prolifération de la flore et de la faune marine dans les circuits.

Le traitement se fait par injection de chlore actif produit par électrochloration de l'eau de mer *in situ* (une installation CTE par réacteur située dans la station de pompage associée).

La surveillance des rejets issus des purges des circuits de refroidissement des réacteurs 1-3, pendant les périodes de traitement biocide consiste à contrôler des paramètres suivants :

Chlore actif

La surveillance porte sur la mesure de concentration en chlore actif dans le rejet à une fréquence hebdomadaire et par calcul du flux.

Bromoforme

La surveillance porte sur la mesure de concentration de bromoformes présents dans l'ouvrage de rejet de chaque réacteur à une fréquence de contrôle mensuelle sur un échantillon représentatif. La concentration et les flux sont également déterminés à une fréquence hebdomadaire par calcul à partir de la quantité de chlore injectée.

Oxydants résiduels

La surveillance porte sur la mesure de concentration des oxydants résiduels présents dans l'ouvrage de rejet sur un échantillon représentatif et par calcul du flux à une fréquence de contrôle journalière.

Le [Tableau 4.eee](#) ci-dessous synthétise la surveillance des effluents issus des purges des circuits de refroidissement des réacteurs 1 à 3, pendant les périodes de traitement biocide.

Tableau 4.eee : Surveillance des effluents issus des purges des circuits de refroidissement des réacteurs 1, 2 et 3, pendant les périodes de traitement biocide

Paramètres	Modalités des contrôles
Chlore actif	Détermination hebdomadaire à partir d'une mesure de la concentration et par calcul du flux
Bromoforme	Détermination hebdomadaire par calcul de la concentration et du flux à partir de la quantité de chlore injectée Mesure mensuelle de la concentration sur les rejets de chaque réacteur
Oxydants résiduels	Détermination journalière à partir d'une mesure de la concentration et par calcul du flux

4.3.2.3.2. Limites de quantification des méthodes de mesure utilisées

Pour un même paramètre, la limite de quantification peut varier en fonction de la méthode mise en œuvre par le laboratoire en charge de la mesure, de la matrice de l'échantillon et des exigences réglementaires vis-à-vis des performances à atteindre par le laboratoire. Les méthodes et les limites de quantification sont présentées dans le [Tableau 4.fff](#) ci-après.

Tableau 4.fff : Limites de quantification des méthodes de mesure utilisées

Paramètres	Méthode de mesure	Limitation de quantification de la méthode (en mg/L)
Chlore actif	Spectrophotométrie d'adsorption moléculaire	0,05
Bromoforme	Chromatographie phase gazeuse	0,0001
Oxydants résiduels moléculaire	Spectrophotométrie d'adsorption moléculaire	0,05

4.3.2.4. SURVEILLANCE DES EAUX COLLECTÉES PAR LE RÉSEAU SEO

4.3.2.4.1. Surveillance en sortie de station d'épuration

Le site de Flamanville dispose d'une station d'épuration et d'installations autonomes de traitement des eaux usées (fosses septiques et fosses toutes eaux).

Une surveillance des effluents est réalisée en sortie de station d'épuration (commune à l'ensemble du site) avant qu'ils soient envoyés vers le réseau SEO puis rejetés vers le canal d'aménée ou directement en mer.

4.3.2.4.1.1. Modalités de contrôles

Le [Tableau 4.ggg](#) ci-dessous présente les paramètres chimiques contrôlés ainsi que les modalités de leur contrôle en sortie de station d'épuration en complément du pH et du débit de rejet.

Tableau 4.ggg : Modalités de contrôle des paramètres chimiques des effluents en sortie de STEP

Paramètres	Point de mesure	Périodicité de mesure
MES, DCO, DBO ₅ , azote global, phosphore total	Sortie de station d'épuration	Mensuelle sur un échantillon moyen 24 heures

4.3.2.4.1.2. Limites de quantification des méthodes de mesure utilisées

Pour un même paramètre, la limite de quantification peut varier en fonction de la méthode mise en œuvre par le laboratoire en charge de la mesure, de la matrice de l'échantillon et des exigences réglementaires vis-à-vis des performances à atteindre par le laboratoire. Les méthodes et les limites de quantification sont présentées dans le [Tableau 4.hhh](#) ci-après.

Tableau 4.hhh : Techniques de mesure et limites de quantification

Paramètres		Méthode de mesure disponible	Limitation de quantification de la méthode (en mg/L)
Phosphore total		Spectrométrie d'absorption moléculaire après minéralisation acide	0,005
Azote global (N)	Azote Kjeldahl	Spectrométrie d'absorption moléculaire ou titration après minéralisation au sélénium	0,5
	Nitrites	Chromatographie ionique	0,05
		Spectrométrie d'absorption moléculaire	
Nitrates	Chromatographie ionique	0,05	
DBO ₅		Méthode par dilution et ensemencement puis mesure de l'oxygène dissous	1
DCO		Spectrométrie d'absorption moléculaire	6 mg O ₂ /L
MES		Méthode par filtration et pesée	2

4.3.2.4.2. Surveillance des eaux pluviales

Les eaux pluviales proviennent des onze sous-bassins versants qui drainent l'ensemble du site (parkings, voies de circulation, plateforme, toitures) et une partie de la route (publique) qui ceinture le site par l'extérieur.

Chaque bassin versant correspond à un ensemble de réseaux caniveaux, avaloirs, émissaire, débouchant gravitairement en mer ou dans le canal d'aménée. Ces effluents sont donc susceptibles de contenir des hydrocarbures.

4.3.2.4.2.1. Modalités de contrôles

Le [Tableau 4.iii](#) ci-dessous présente les paramètres chimiques contrôlés ainsi que les modalités de leur contrôle en sortie des émissaires SEO.

Tableau 4.iii : Modalités de contrôle des paramètres chimiques des effluents en sortie des émissaires SEO

Paramètres	Point de mesure	Périodicité de mesure
Hydrocarbures (Indice hydrocarbures fractionné C ₁₀ -C ₄₀)	Sortie de chaque émissaire SEO	Mensuelle sur un échantillon moyen 24 heures

4.3.2.4.2.2. Limites de quantification des méthodes de mesure utilisées

Pour un même paramètre, la limite de quantification peut varier en fonction de la méthode mise en œuvre par le laboratoire en charge de la mesure, de la matrice de l'échantillon et des exigences réglementaires vis-à-vis des performances à atteindre par le laboratoire. Les méthodes et les limites de quantification sont présentées dans le [Tableau 4.jjj](#) ci-après.

Tableau 4.jjj : Techniques de mesure et limites de quantification

Paramètres	Méthode de mesure disponible	Limitation de quantification de la méthode (en mg/l)
Hydrocarbures (Indice hydrocarbures fractionné C ₁₀ -C ₄₀)	Extraction au solvant et chromatographie en phase gazeuse	0,1 mg/L

4.3.2.4.3. Surveillance au niveau des déshuileurs

Les eaux huileuses du site de Flamanville sont collectées dans un réseau spécifique dit SEH (Système Effluents Hydrocarburés).

Les eaux huileuses issues des réacteurs 1 et 2 sont traitées par un déshuileur dont les effluents se déversent dans l'émissaire 4.

Les eaux huileuses issues du réacteur 3 sont également traitées par un déshuileur propre à ce réacteur, avant de rejoindre le collecteur principal (qui se rejette dans le canal d'amenée au niveau de l'émissaire 15), en amont d'un bassin de confinement permettant de contenir une pollution éventuelle.

En complément, l'ensemble des eaux de surface telles que les eaux provenant des zones de parking, susceptibles d'être polluées par des hydrocarbures sont, avant leur rejet, traitées par des déshuileurs.

4.3.2.4.3.1. Modalités de contrôles

Le [Tableau 4.kkk](#) ci-dessous présente les paramètres chimiques contrôlés ainsi que les modalités de leur contrôle en sortie des déshuileurs.

Tableau 4.kkk : Modalités de contrôle des paramètres chimiques des effluents en sortie des déshuileurs

Paramètres	Point de mesure	Périodicité de mesure
Hydrocarbures (Indice hydrocarbures fractionné C ₁₀ -C ₄₀)	Sortie des déshuileurs des réseaux SEH	Trimestrielle sur un échantillon ponctuel
	Sortie des déshuileurs de parking	Annuelle sur un échantillon ponctuel

La méthode de mesure de la concentration en hydrocarbures en sortie des émissaires est identique à celle présentée pour les eaux pluviales (Cf. [Paragraphe 4.3.2.4.2.2](#)).

4.3.3. SURVEILLANCE DES REJETS THERMIQUES

Les modalités de surveillance des rejets thermiques sont définies dans la décision modalités individuelle du site de Flamanville. Ils concernent :

- le suivi des mesures de température au niveau de la prise d'eau et dans les bassins de rejet ;
- la vérification par calcul du respect des valeurs limites réglementaires au rejet et à 50 m des rejets.

La vérification du respect des valeurs limites réglementaires relatives aux rejets thermiques est réalisée, par calcul, à partir de la puissance et du débit des prélèvements d'eau en mer des pompes d'aspiration de chaque réacteur et de la température à la prise d'eau, de la manière suivante :

- L'échauffement⁶⁰ au rejet (ΔT) est calculé à partir de la puissance des unités de production et du débit des prélèvements d'eau en mer des pompes d'aspiration de chaque réacteur. La formule actuellement utilisée pour FLA1-2 est la suivante :

$$\Delta T = 0,42867 \times P/Q$$

- P : Puissance électrique brute mesurée (MWe)
- Q : Débit de l'eau de refroidissement :
 - 2 pompes CRF en fonctionnement : Q = 45 m³/s,
 - 1 pompe CRF en fonctionnement : Q = 22,5 m³/s,
- La température au rejet (T_{rejet}) est calculée à partir de la température mesurée en entrée de la prise d'eau (T_e) et de l'échauffement calculé (ΔT) :

$$T_{\text{rejet}} = T_e + \Delta T$$

La surveillance des rejets thermiques dans l'environnement (température à 50 m des rejets) s'effectue par calcul grâce à un modèle de dispersion des effluents thermiques, dont la validité est confirmée périodiquement (tous les cinq ans) par des contrôles par thermographie aérienne. À cela s'ajoute la réalisation des relevés annuels de température d'eau aux stations de prélèvements, dans le cadre de la surveillance écologique.

⁶⁰ Le calcul de l'échauffement proposé ici ne concerne que les réacteurs 1 et 2.

Le mode de calcul de la température de l'eau de mer à 50 m des rejets (T_{50m}) s'effectue sur la base d'une approche majorante combinant la température maximale journalière en entrée de la prise d'eau (T_e) et une valeur d'échauffement constante K calculée à partir des résultats issus du modèle numérique de dispersion des effluents thermiques (valeur maximale instantanée atteinte dans un rayon de 50 m autour des rejets pour l'ensemble des coefficients de marée simulés) :

$$T_{50m} = T_e + K \text{ (en } ^\circ\text{C)}$$

La valeur de la constante K est fixée à 7°C pour le fonctionnement des réacteurs 1 et 2, en lien avec les résultats issus du modèle numérique 3D construit pour simuler le panache thermique du CNPE.

Conformément à ce qui est stipulé dans la décision modalités individuelle du site, des campagnes de mesures par thermographies aériennes ont été réalisées tous les 5 ans, les dernières campagnes datant de 2011 et 2016. Suite à ces thermographies, le modèle de dispersion des effluents thermiques a été mis à jour afin de prendre en compte les dernières données disponibles, ainsi que les dernières versions du logiciel TELEMAC-3D. Les résultats obtenus avec le modèle 3D de 2020 sont comparables aux observations, confirmant la validité du modèle numérique actualisé.

Les résultats de ce dernier modèle 3D montrent que l'échauffement maximal instantané atteint dans un rayon de 50 m autour des rejets sur la colonne d'eau est inférieur à $8,2^\circ\text{C}$ pour un fonctionnement normal aux limites des trois réacteurs, pour l'ensemble des coefficients de marée simulés. Cette valeur permet d'actualiser la formule précédente pour un fonctionnement des 3 réacteurs à pleine puissance.

Une nouvelle thermographie sera réalisée au plus tard un an après la mise en service du réacteur 3.

4.3.4. SURVEILLANCE CHIMIQUE, PHYSICO-CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES EAUX DE SURFACE

4.3.4.1. OBJECTIFS DE LA SURVEILLANCE

Le site de Flamanville réalise une surveillance du milieu aquatique chaque année. Cette surveillance consiste en un suivi chimique et écologique (suivi des paramètres physico-chimiques et biologiques).

Les objectifs de cette surveillance, définis dans la décision n° 2018-DC-0640 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville, sont :

- Pour la surveillance chimique : de « *connaître la concentration dans l'eau des substances chimiques rejetées par la centrale nucléaire* ».
- Pour la surveillance écologique : de « *suivre l'évolution naturelle du milieu récepteur afin de déceler une évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement de la centrale* ».

4.3.4.2. MODALITÉS DE SURVEILLANCE

La surveillance de l'environnement marin du site de Flamanville est réalisée par l'Ifremer. Cette surveillance a débuté en 1983. La stratégie mise en œuvre repose sur un suivi saisonnier (printemps, été, automne), des différents compartiments du milieu marin. Les différents domaines surveillés sont :

- Domaine pélagique : paramètres physico-chimiques, chimiques, phytoplanctoniques, zooplanctoniques, microbiologiques.

- Domaine benthique : phytobenthos et zoobenthos.
- Domaine halieutique : suivi des larves de crustacés et pêches expérimentales.

Les prélèvements (localisation des points et fréquences de prélèvement, paramètres analysés) sont fixés par décision de l'ASN, à ce jour décision n° 2018-DC-0640.

La liste des paramètres surveillés et les modalités associées, fixés par la décision n° 2018-DC-0640, sont présentées dans le [Tableau 4.III](#) ci-dessous.

La cartographie des stations de surveillance est présentée à la [Figure 4.cc](#).

Tableau 4.III : Programme de surveillance de l'environnement aquatique du site de Flamanville

	Compartiment	Paramètres	Zone de prélèvement	Fréquence de prélèvement
Domaine pélagique	Physico-chimie / Chimie	<ul style="list-style-type: none"> • Température • Salinité • Ammonium, nitrates, nitrites, phosphates, silicates • Turbidité néphélométrique • O₂ dissous • Hydrazine • Morpholine ou éthanolamine (selon le conditionnement du circuit secondaire) 	Trois stations : Station 1 - « canal d'amenée » ; Station 2 - « rejet » ; Station 4 - « référence »	Trois campagnes de prélèvement annuelles (printemps, été, automne)
	Phytoplancton	<ul style="list-style-type: none"> • Détermination et dénombrement des espèces • Biomasse chlorophyllienne 		
	Zooplancton	<ul style="list-style-type: none"> • Abondance zooplanctonique • Suivi des taxons indicateurs (identification et abondance) 		
	Microorganismes	Identification et dénombrement des souches de vibrions halophiles		
Domaine benthique	Identification du peuplement benthique		En fonction du retour d'expérience	Trois campagnes par an
Domaine halieutique	Larves de crustacés	Analyse des populations de larves de homards et d'araignées	Station 1 – canal d'amenée Station 2 – rejet Station 3 – large Station 4 – référence	6 campagnes par an entre février et septembre
	Crustacés (pêches expérimentales)	Caractéristiques biologiques des crustacés	15 unités d'échantillonnage réparties à proximité des rejets	Deux campagnes par an

4.3.5. SURVEILLANCE DU MILIEU AQUATIQUE DANS LE CADRE DES OPÉRATIONS DE DRAGAGE

Une surveillance de la qualité des sédiments dragués est réalisée selon les modalités présentées ci-dessous, fixées par décision de l'ASN, à ce jour décision n° 2018-DC-0640 (prescription [EDF-FLA-188]) :

« I. - Lorsque les campagnes de dragage sont espacées de plus de trois ans, au début de chacune de ces campagnes, l'exploitant réalise une campagne d'échantillonnage dans l'ensemble du canal d'aménée et procède à l'analyse d'un nombre d'échantillons représentatif des caractéristiques du dragage à effectuer.

Lorsque les campagnes de dragage sont espacées de moins de trois ans, une campagne d'échantillonnage est réalisée au moins tous les trois ans. S'il apparaît que les teneurs en composants analysés sont susceptibles d'atteindre les niveaux N2 de l'arrêté du 9 août 2006 susvisé, une campagne d'échantillonnage est réalisée au moins tous les ans.

II. – L'exploitant s'assure par ailleurs que la qualité des sédiments n'évolue pas de façon significative entre deux campagnes de mesures.

III. – Le maillage et le nombre des prélèvements, les méthodes de prélèvement, le conditionnement, le transport et la conservation des échantillons respectent :

- les prescriptions relatives aux conditions de prélèvement et d'analyse des sédiments marins ou estuariens définis par l'arrêté du 9 août 2006 susvisé ;
- les instructions techniques portant sur le prélèvement et l'analyse des déblais de dragage prises en application de l'arrêté du 9 août 2006 susvisé.

IV. – La qualité des sédiments est évaluée par des analyses portant notamment sur les paramètres suivants : arsenic, cuivre, plomb, cadmium, mercure, zinc, chrome, nickel, PCB et congénères. Ces analyses sont complétées par la détermination des teneurs en COT, matières sèches, azote Kjeldahl, phosphore total et HAP, ainsi que par la détermination de la granulométrie des sédiments et de leur qualité bactériologique.

V. – L'exploitant peut procéder au rejet en mer des sédiments extraits lors des opérations de dragage que si les teneurs des paramètres sont toutes inférieures aux niveaux de référence N1 définis par l'arrêté du 9 août 2006 susvisé.

VI. – L'exploitant s'assure que le rejet des sédiments n'engendre pas un haut fond. Si tel est le cas, toutes les dispositions sont prises pour informer les navigateurs (avis, signalisation adaptée) et la préfecture maritime et pour mettre fin au désordre dans les plus brefs délais (déplacement du point de rejet, nivellement du haut fond ou toute autre mesure qui s'avérerait adaptée). »

4.4.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

Le site de Flamanville est organisé pour assurer une gestion optimisée des rejets d'effluents chimiques dans les eaux de surface (Cf. [Tableau 4.mmm](#)). Cette gestion optimisée consiste à :

- réduire à la source la production d'effluents ;
- collecter de façon sélective les effluents afin de traiter chacun d'eux le plus efficacement possible voire, dans certains cas, les réutiliser ;
- garantir la performance des installations de traitements des effluents ;
- optimiser le conditionnement des circuits afin de limiter les rejets de substances chimiques au strict nécessaire, tout en préservant l'efficacité escomptée de ces traitements ;
- maintenir l'implication des acteurs : dans le cadre de la certification « ISO 14001 », le système de management environnemental mis en place incite chaque métier à contribuer à son niveau à la maîtrise des inconvénients, dont les rejets d'effluents dans les eaux de surface.

Tableau 4.mmm : Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts pour les consommations et les rejets chimiques par voie liquide

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Consommation d'eau	<p>Le premier poste de consommation d'eau est lié à la production d'eau déminéralisée nécessaire au process. Les efforts portent sur ce poste en s'appuyant sur deux directions :</p> <ul style="list-style-type: none"> la réduction à la source des besoins en eau douce filtrée et en eau déminéralisée, la réalisation d'une unité de dessalement visant à produire de l'eau déminéralisée à partir de l'eau de mer pour les besoins des trois réacteurs du site de Flamanville et ainsi suppléer en partie la station de déminéralisation actuelle, consommatrice d'eau douce superficielle. 	Réduction	Coût de la mise à niveau de la station de dessalement d'eau de mer SDS pour la production d'eau déminéralisée : 11,6 millions d'euros
	<p>En terme de besoin en eau déminéralisée, l'EPR se caractérise par un système de conditionnement chimique du poste d'eau au démarrage donnant une meilleure qualité d'eau (moins renvoi d'espèces nocives aux générateurs de vapeur et donc purges de déconcentration limitées et appoint au poste d'eau limité à un seul remplissage). Cela permet de réduire de 30 % la consommation d'eau au démarrage (rapporté à la puissance installée) et en fonctionnement normal la consommation d'eau déminéralisée (rapportée à la puissance installée) est comparable à un réacteur de 1300 MWe.</p>	Réduction	Coût intégré à la conception de l'EPR
Eaux pluviales	<p>Le réseau SEO et les déshuileurs associés sont utilisés pour les rejets d'eaux pluviales en mer. Les eaux de ruissellement, issues notamment des aires de dépotage et des parkings, sont ainsi collectées et traitées par des déshuileurs avant rejet.</p>	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
Rejets chimiques par voie liquide	<p>La réduction de la production des effluents à la source consiste notamment à limiter le volume produit ainsi que la concentration en substances chimiques dans les effluents par voie liquide.</p>	Évitement, Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	<p>Un choix de matériaux et de matériels résistants à la corrosion permet notamment de limiter la quantité de produits de corrosion (métaux) relargués et le besoin en conditionnement contre la corrosion (EA, 2011⁶¹).</p> <p>Le choix de matériaux limitant les relâchements de substances qui conduisent dans le process à générer des éléments radioactifs permet notamment de diminuer l'utilisation de stellites, à l'origine du relâchement de cobalt.</p>	Réduction	Coût intégré à la conception
	<p>Le choix des produits chimiques de conditionnement est notamment réalisé en fonction de leurs caractéristiques afin de limiter les impuretés présentes dans ces produits.</p>	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site

⁶¹ Environment Agency (EA), Report – SC090012R1 – Chemical discharges from nuclear power stations: historical releases and implications for Best Available Techniques – Septembre 2011.

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
	Des spécifications chimiques sont mises en œuvre et définissent les valeurs de concentrations cibles dans les circuits, ainsi que les valeurs à partir desquelles des actions doivent être engagées.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	Le maintien en bon état de propreté des circuits par des moyens mécaniques (grilles et tambours filtrants au niveau de la station de pompage, nettoyage en marche des condenseurs par des billes de mousse) et par une vitesse suffisante dans les condenseurs permet d'éviter les dépôts et ainsi de réduire les rejets d'effluents.	Réduction	Coût intégré à la maintenance du site
	Une station de purification constituée d'une filtration de tête, d'un bidon de résine de type lit mélangé et d'une filtration aval (piège à résine) est mise en œuvre sur l'EPR à la conception. Elle permet de réduire considérablement les volumes d'eau SER (eau déminéralisée et conditionnée) consommés lors des démarrages de réacteur et a un effet bénéfique sur la durée de vie du circuit secondaire via l'obtention plus rapide d'une eau de meilleure qualité. De plus, son utilisation permet de limiter les rejets d'effluents et de produits de conditionnement durant ces phases de redémarrage en limitant le nombre d'appoints-rejets.	Réduction	Coût intégré à la conception
	Les rejets en hydrazine sont réduits grâce notamment à des optimisations réalisées sur les quantités d'hydrate d'hydrazine injectées pour la conservation humide des Générateurs de Vapeur (GV).	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	La mise en œuvre préférentielle du « cracking thermique » de l'hydrazine résiduelle du conditionnement humide des GV est réalisée.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	La conservation à sec préférentielle des matériels du poste d'eau est mise en œuvre.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	La destruction de l'hydrazine est réalisée dans les réservoirs d'entreposage et de contrôle avant rejet, par réaction avec l'oxygène présent dans l'air pour former de l'eau et de l'azote par voie atmosphérique. Cette réaction est favorisée par un bullage à l'air comprimé accompagné de l'injection de sulfate de cuivre (catalyseur de la réaction) ou par la mise en brassage prolongé des réservoirs.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	Une attention particulière est portée sur les matériels (pompes d'injection) véhiculant de l'hydrazine concentrée afin de déceler toute fuite de produit et d'y remédier : maintenance préventive, inspection périodique, etc. Ces mesures font partie des bonnes pratiques relatives aux rejets chimiques sur les sites nucléaires (EA, 2011 ¹).	Réduction	Coût intégré à la maintenance du site
	Les effluents radioactifs borés issus du circuit primaire peuvent être, après passage dans le système de Traitement des Effluents Primaires (TEP), réutilisés comme eau d'appoint au circuit primaire. Ce recyclage, prévu de conception, permet de limiter les volumes rejetés en acide borique (EA, 2011 ⁶¹).	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
	La conception spécifique de l'EPR permet un recyclage efficace des effluents borés issus du circuit primaire pour limiter les rejets d'acide borique dans l'environnement.	Réduction	Coût intégré à la conception de l'EPR
	Le conditionnement à l'ammoniaque sera utilisé en phase pérenne d'exploitation de l'EPR.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	Le suivi d'indicateurs qualitatifs et quantitatifs de production d'effluents est réalisé.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
Rejets thermiques	Des mesures de réduction à la source ont été prises à la conception de l'EPR : <ul style="list-style-type: none"> le rendement du cycle thermodynamique a été amélioré par rapport aux conceptions antérieures. A une puissance primaire identique, la puissance électrique fournie est plus grande et la puissance thermique dissipée dans l'environnement est plus faible ; un débit de refroidissement plus élevé permettant un échauffement plus faible de l'eau de refroidissement, inférieur à 14°C. 	Réduction	Coût intégré à la conception de l'EPR
	Les dispositifs de conception du rejet permettant une bonne dilution dans le milieu sont reconduits, à savoir : <ul style="list-style-type: none"> un rejet au large par galerie sous-marine, d'une longueur d'environ 900 m pour l'EPR ; un diffuseur au point de rejet. De plus, le positionnement du point de rejet de l'EPR a été déterminé de façon à limiter le cumul du nouveau panache avec les panaches des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville.	Réduction	Coût intégré à la conception de l'EPR

Afin de vérifier l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction décrites ci-dessus, des mesures de surveillance sont mises en place (Cf. [Paragraphe 4.3](#)).

Ces différentes mesures ont été prises en compte lors de l'analyse à court, moyen et long terme des incidences négatives et positives, directes et indirectes, temporaires et permanentes sur les eaux de surface menée précédemment. Cette analyse ne met pas en évidence d'incidences négatives notables sur l'environnement, si bien qu'il n'est pas proposé de mesures supplémentaires d'évitement, de réduction ou bien compensatoires.

4.5.

DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES

L'impact des rejets chimiques liquides est évalué, dans un premier temps, à partir des résultats du **suivi hydroécologique et chimique du milieu aquatique** effectué dans l'environnement proche du site (Cf. [Paragraphe 4.2.3.1](#)).

Pour ce faire, dans un premier temps, une analyse rétrospective de l'évolution des paramètres physico-chimiques, chimiques et biologiques suivis sur la période [2010-2019] est menée.

Dans un deuxième temps, une **évaluation substance par substance** de l'impact environnemental des rejets chimiques liquides est réalisée (Cf. [Paragraphe 4.2.3.2](#)). Elle s'appuie sur la connaissance de l'impact des rejets sur l'environnement marin. Les paramètres globaux de qualité d'eau, qui peuvent avoir un effet à long terme sur l'équilibre de l'écosystème, sont distingués des substances potentiellement toxiques.

Dans la suite de ce Paragraphe, les termes de « **seuils** » ou « **valeurs-guides** » font appel à des valeurs issues des textes réglementaires ou grilles de qualité d'eau, alors que le terme « **valeurs de référence** » renvoie à l'ensemble des valeurs disponibles et validées pour une substance (seuils, valeurs-guides, données écotoxicologiques ou PNEC).

Le terme « **données écotoxicologiques** » renvoie aux valeurs issues de tests écotoxicologiques normés sur les organismes et comprend des valeurs telles que la CL50 (Concentration Létale pour 50 % des organismes par rapport au contrôle), CE50 (Concentration présentant des Effets pour 50 % des individus testés), NOEC (No Observed Effect Concentration soit concentration observée sans effet).

Pour les substances dont la **concentration maximale ajoutée** est négligeable par rapport à la concentration initiale dans le milieu (rapport $C_{max}/C_{initiale} < 5\%$), l'analyse est succincte. On vérifie que cette concentration maximale est inférieure à la valeur de référence retenue de la substance et aux données écotoxicologiques aiguës disponibles.

Pour l'ensemble des substances **dont le rejet n'est pas négligeable** par rapport à la concentration initiale (rapport $C_{max}/C_{initiale} \geq 5\%$ ou $C_{initiale}$ nulle), on analyse l'impact à partir des concentrations moyennes cumulées en mer de manière à se placer dans une approche d'impact chronique. L'impact des concentrations maximales est également analysé de façon à évaluer la situation la plus pénalisante.

Les scénarios de concentrations cumulées dans le milieu sont définis de façon à être cohérents avec les valeurs de références retenues pour l'analyse d'impact.

Pour les **paramètres globaux de qualité d'eau**, on effectue une comparaison de la concentration cumulée en mer avec les seuils de qualité 1B de la grille CQEL⁶².

⁶² CQEL : Cellule Qualité des Eaux Littorales.

La grille CQEL est basée sur des fréquences de non-dépassement. Ces valeurs de références sont donc plutôt de nature « chronique » et doivent être comparées à un scénario moyen, représentatif d'une concentration moyenne mensuelle maximale. Le pas de temps mensuel permet ainsi de tenir compte des variations saisonnières de certains paramètres, contrairement à l'échelle annuelle. De plus, en se plaçant à cette échelle, on obtient une valeur moyenne qui correspond à une occurrence de près de 10% de l'année, ce qui se rapproche des fréquences de dépassement de la majorité des critères de références. Elle permet ainsi d'effectuer une comparaison cohérente avec ces critères.

Pour les **substances potentiellement toxiques**, la démarche d'évaluation de l'impact environnemental menée, substance par substance, repose sur une **démarche écotoxicologique** (avec un calcul du risque environnemental quand celui-ci est possible, voir ci-après), basée sur une comparaison des valeurs de concentrations issues des scénarios étudiés aux données écotoxicologiques disponibles.

Cette approche fournit des informations relatives au compartiment biologique représentatif d'une chaîne trophique susceptible de subir des effets, et permet de confronter ces résultats aux données acquises *in situ* et aux évolutions constatées dans le cadre des suivis hydrobiologiques. Le cas des rejets chroniques est distingué du cas des rejets maximisants (tout en gardant à l'esprit que ce sont des données issues de laboratoires).

L'**analyse du risque environnemental** est une méthode recommandée par la communauté européenne (ECHA⁶³) pour la caractérisation du risque de production et de mise sur le marché européen de substances nouvelles ou existantes, et non pour déterminer l'impact local de substances dans un milieu particulier. Elle se fonde sur l'établissement d'un Indice de Risque (IR) calculé par le ratio PEC/PNEC, c'est-à-dire le ratio entre la concentration prévisible d'une substance donnée dans l'environnement (PEC : Predicted Expected Concentration), issue des scénarios étudiés, et une concentration réputée sans effet prévisible sur l'environnement (PNEC : Predicted No Effect Concentration).

La méthode d'analyse du risque environnemental au sens de l'ECHA permet de conclure à l'absence de risque dans le cas où le rapport PEC/PNEC est inférieur à 1, mais n'apporte pas d'information interprétable quant à la présence de risque (probabilité d'occurrence, amplitude) pour un rapport supérieur à 1. Il est alors nécessaire d'affiner l'analyse par d'autres voies, en tenant compte notamment des caractéristiques de bioaccumulation et de persistance de la substance dans l'environnement, ainsi que des résultats sur des indicateurs biologiques acquis *in situ*.

Du fait de son objet, « la mise sur le marché européen de substances nouvelles ou existantes », cette approche est globalisante et conservatrice, car elle ne s'intéresse pas à un écosystème particulier. En fonction du nombre de compartiments sur lesquels ont été menées des investigations relatives à l'effet d'une substance, et des résultats disponibles, la méthode préconisée par l'ECHA, dite « des facteurs d'incertitude » amène à appliquer des facteurs de sécurité arbitraires plus ou moins importants aux données écotoxicologiques pour déterminer les PNEC.

Dans ce contexte, l'Institut National de l'Environnement industriel et des RISques (INERIS) a établi des fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques pour un certain nombre de substances, en utilisant en priorité des informations publiées et reconnues, à caractère scientifique ou réglementaire, et permet l'accès à une base de données pour un nombre élevé de substances. Il est à noter que :

Dans ces fiches, l'INERIS formule des propositions de PNEC. Ces dernières ont seulement une valeur informative ; il appartient aux évaluateurs de risques de justifier l'emploi qu'ils font des informations et des données choisies dans les fiches, et leur utilisation est de leur responsabilité.

Pour sa base de données, l'INERIS précise par ailleurs que les informations qui y sont délivrées ne sont pas exhaustives et que leur véracité ne peut être strictement garantie.

⁶³ ECHA : European CHemicals Agency – Agence européenne des produits chimiques.

En tout état de cause, la validation des PNEC existantes, comme la définition de nouvelles PNEC, au niveau français comme aux niveaux européen et international, doit s'appuyer sur un travail rigoureux de la part de la communauté scientifique.

Enfin, pour les **substances potentiellement écotoxiques** pour lesquelles une valeur seuil ou une valeur guide est définie, une comparaison avec ces valeurs de référence est réalisée et notamment avec les Normes de Qualité Environnementale qui ont fait l'objet, le plus souvent, d'un travail approfondi et d'une optimisation par rapport aux données disponibles *in situ*.

4.6. CONCLUSION

L'analyse présentée ne met pas en évidence d'impact environnemental notable du fonctionnement du site de Flamanville sur l'écosystème marin et sur l'hydrologie des fleuves côtiers de la Diélette, du Petit Douet et du Grand Douet.

Par ailleurs, un programme de surveillance des rejets et de l'environnement aquatique est mis en œuvre afin de suivre les prélèvements et rejets du site, la concentration dans l'eau des substances rejetées par le site, ainsi que les évolutions du milieu récepteur.

Des mesures d'évitement et de réduction sont mises en œuvre afin de limiter au maximum les incidences potentielles du fonctionnement du site de Flamanville sur l'environnement aquatique.

Au vu des éléments présentés ci-dessus, l'analyse du fonctionnement du site de Flamanville, en particulier avec l'ajout de l'exploitation du réacteur 3, ne met pas en évidence d'incidence notable sur l'écosystème de la Manche au droit du site, ni sur les écosystèmes de la Diélette, du Petit Douet et du Grand Douet.

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 5 -

Sols et eaux souterraines

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 5.....	5
5.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE.....	6
5.1.1. GÉOLOGIE.....	6
5.1.2. TRAVAUX ET AMÉNAGEMENTS MODIFIANT LES ÉCOULEMENTS SOUTERRAINS.....	9
5.1.3. HYDROGÉOLOGIE.....	12
5.1.4. ÉTAT DES SOLS	16
5.1.5. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LES SOLS ET LES EAUX SOUTERRAINES	17
5.2. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET	19
5.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LE SOL.....	19
5.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES.....	19
5.3. SURVEILLANCE DU SITE	20
5.3.1. SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DES SOLS ET DES EAUX SOUTERRAINES	20
5.3.2. SURVEILLANCE DES PRÉLÈVEMENTS EN NAPPE	22
5.4. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES	23
5.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES	24
5.6. CONCLUSION	26

TABLEAUX

Tableau 5.a :	Niveaux des radiers des principaux bâtiments du site de Flamanville	11
Tableau 5.b :	Surveillance radiologique des eaux souterraines – Réacteurs 1 et 2.....	20
Tableau 5.c :	Surveillance radiologique des eaux souterraines – Réacteur 3.....	21
Tableau 5.d :	Surveillance chimique des eaux souterraines – Réacteurs 1 et 2	21
Tableau 5.e :	Surveillance chimique des eaux souterraines – Réacteur 3.....	21
Tableau 5.f :	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts sur les sols et les eaux souterraines.....	23

FIGURES

Figure 5.a :	Schéma géologique dans la zone du cap de Flamanville.....	7
Figure 5.b :	Limite granite / cornéennes au droit du site de Flamanville.....	8
Figure 5.c :	Coupe schématique du sous-sol – Après construction du site	10
Figure 5.d :	Carte des piézomètres du site de Flamanville	14

P RÉSENTATION DU CHAPITRE 5

L'objectif de ce chapitre est d'étudier les interactions du projet de mise en service du réacteur 3 (EPR) avec les milieux « sols » et « eaux souterraines ».

Toutefois, dans la mesure où les interactions des réacteurs 1, 2 et 3 sont de même nature, l'ensemble des interactions du site est étudié en dissociant le cas échéant, les spécificités liées au réacteur 3.

Le chapitre est organisé comme suit :

- [§ 5.1](#) : Scénario de référence ;
- [§ 5.2](#) : Analyse des incidences ;
- [§ 5.3](#) : Surveillance ;
- [§ 5.4](#) : Mesures d'évitement et de réduction d'impact et mesures compensatoires ;
- [§ 5.5](#) : Description des méthodes utilisées ;
- [§ 5.6](#) : Conclusion.

5.1.

SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

Pour définir le scénario de référence, l'ensemble du site de Flamanville a été pris en considération en précisant, le cas échéant, les spécificités de la zone du réacteur 3.

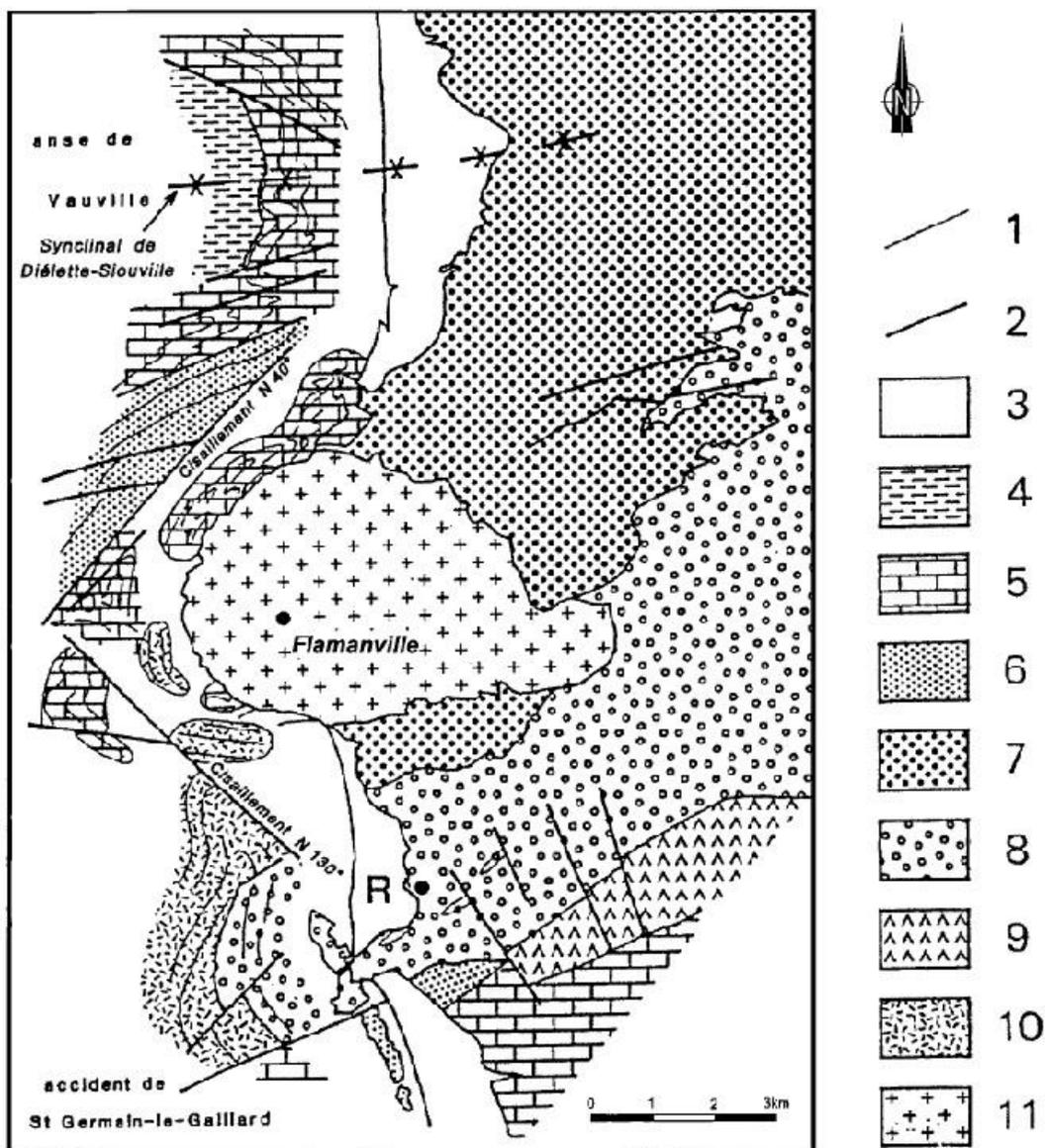
5.1.1. GÉOLOGIE

La côte aux environs de Flamanville a une direction orientée du nord-nord-est vers le sud-sud-ouest.

Le site de Flamanville se trouve sur les terrains du Cotentin « Armoricaïn », à cheval sur un pluton granitique et son auréole métamorphique de contact d'âge cambrien, silurien et dévonien :

- à l'est, le massif granitique de Flamanville (Cf. [Paragraphe 5.1.1.1](#)), ou batholite de Flamanville ;
- à l'ouest, dans le domaine marin, le synclinorium de Diélette (ou Siouville), constitué de cornéennes (Cf. [Paragraphe 5.1.1.3](#)) et de quartzites métamorphisés au contact du granite ;
- le contact entre ces deux unités est orienté parallèlement au rivage (N20°E à N30°E) et passe à peu près au milieu des salles des machines du site.

Les deux figures ci-après présentent la géologie du cap de Flamanville ([Figure 5.a](#)) et la limite entre le granite et les cornéennes au droit du site de Flamanville ([Figure 5.b](#)).



Cartographie sous-marine (sonar latéral) des formations submergées au large du cap de Flamanville.
1 : stratification ; 2 : principales fractures ; 3 : formations post-varisques ; 4 : Schistes de Pont-aux-Bouchers (Siegenien) ; 5 : Schistes et calcaires de Néhou (Siegenien) ; 6 : Grès à *Platyorthis monnieri* (Gédinnien) ; 7 : Ordovico-Silurien ; 8 : Cambrien ; 9 : Ignimbrites de Saint-Germain-le-Gaillard ; 10 : terrains non identifiés ; 11 : granite de Flamanville ; F : Flamanville ; R : le Rozel.

Figure 5.a : Schéma géologique dans la zone du cap de Flamanville

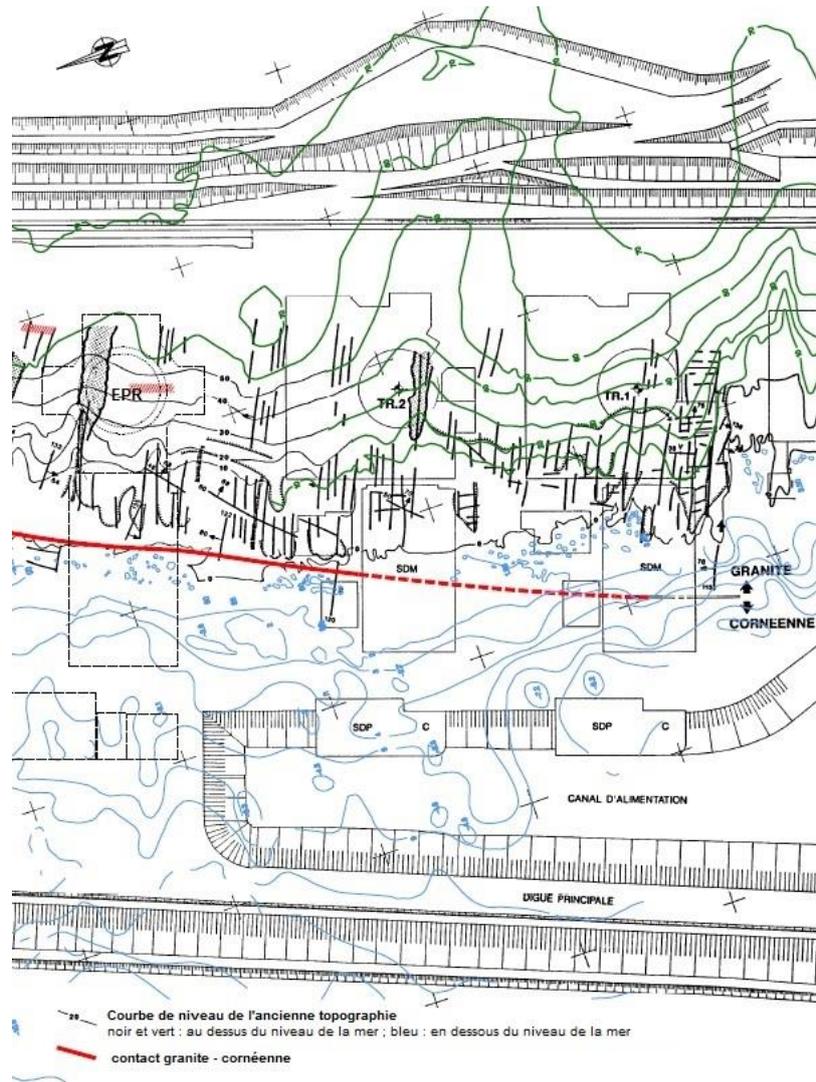


Figure 5.b : Limite granite / cornéennes au droit du site de Flamanville

5.1.1.1. GRANITE DE FLAMANVILLE

Le granite de Flamanville, de couleur rose grisâtre, est un monzogranite sub-alcalin à grains équants. Plusieurs familles de fracturation sont présentes, sans que l'on puisse établir de hiérarchisation car elles sont bien exprimées dans certaines zones et pratiquement absentes ailleurs. Ce sont des familles globalement très pentées, sauf localement où les pendages peuvent s'abaisser jusqu'à 45°. L'altération est essentiellement hydrothermale.

5.1.1.2. ZONE DE CONTACT GRANITE / CORNÉENNES

D'une manière générale, le contact granite / cornéennes n'est pas régulier, mais il est toujours apparu comme sec et fermé au niveau du réacteur 3 du site de Flamanville. Il est cependant caractérisé par une complexité tectonique accrue et un degré d'altération avancé dans les cornéennes. Ces observations sont extrapolables au droit des réacteurs 1 et 2.

La limite entre le massif granitique et les cornéennes passe approximativement par le milieu des salles des machines. Ainsi, les îlots nucléaires et la moitié Est des salles des machines se trouvent dans la zone à substratum granitique, tandis que les stations de pompage et la moitié ouest des salles des machines se trouvent dans la zone à substratum métamorphique.

5.1.1.3. CORNÉENNES

Il s'agit de roches dures massives à grain fin, accompagnées de quartzites, cipolins et schistes, issues du métamorphisme de roches originelles composées de grauwackes, marnes et marno-calcaires.

Les discontinuités les plus persistantes sont sans conteste les joints de stratification de direction N30°E à fort pendage.

La distribution de l'altération est complexe. L'altération météorique affecte le massif des cornéennes sur quelques mètres d'épaisseur. L'altération hydrothermale existe également et est vraisemblablement fonction de la minéralogie des différents faciès de cornéennes.

5.1.1.4. FORMATIONS DE COUVERTURE

Sur le plateau, en haut de la falaise, le massif granitique de Flamanville présente une couverture meuble et arable (arène granitique), d'une épaisseur de plusieurs mètres (jusqu'à 15 m au maximum), issue de la désagrégation et de l'altération du granite en place.

Les forages des piézomètres 0 SEZ 006 PZ, 0 SEZ 007 PZ et 0 SEZ 024 PZ ont respectivement recoupé 8, 7 et plus de 12 m d'arène granitique avant d'atteindre le granite (altéré et fracturé).

5.1.2. TRAVAUX ET AMÉNAGEMENTS MODIFIANT LES ÉCOULEMENTS SOUTERRAINS

5.1.2.1. TERRASSEMENTS PRINCIPAUX

Les travaux de terrassements principaux sur l'ensemble du site ont essentiellement consisté en un abattage de la falaise pour dégager une plate-forme à la cote 12,40 m NGF, d'une surface d'environ 10 ha, qui constitue la fondation des îlots nucléaires des 3 réacteurs. Les déblais obtenus ont servi à aménager sur l'estran une plate-forme artificielle, gagnée sur la mer, où sont implantées les salles des machines et les stations de pompage. La plate-forme est protégée de l'action de la houle par une digue de plusieurs mètres de haut, et de 1,5 km de long.

Afin de minimiser l'impact des travaux de construction du site sur l'environnement, et notamment d'éviter l'ouverture de carrières hors site, tous les matériaux de remblais, les enrochements de protection des digues et les granulats à béton provenaient presque exclusivement de l'abattage de la falaise granitique.

La falaise actuelle, d'une soixantaine de mètres de hauteur, constitue la limite Est des terrassements. Elle est subverticale et est entrecoupée par des risbermes de circulation à différents niveaux. Le plateau supérieur se situe à la cote + 75 m NGF.

La [Figure 5.c](#) ci-après présente une coupe schématique du sous-sol du site de Flamanville après les travaux d'aménagement (exemple au niveau du réacteur 1).

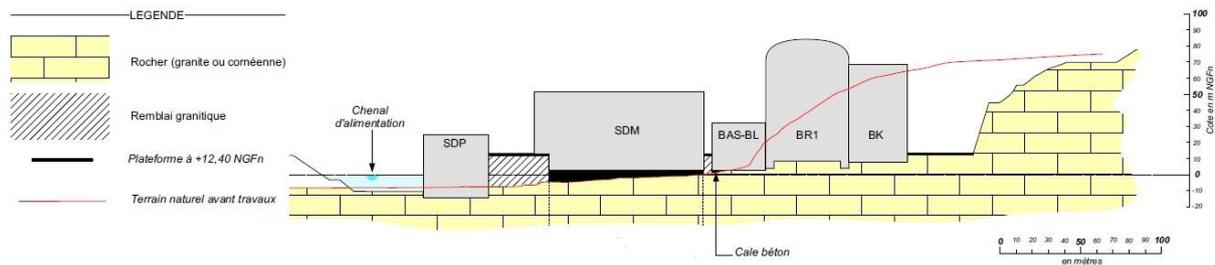


Figure 5.c : Coupe schématique du sous-sol – Après construction du site

5.1.2.2. TERRASSEMENTS SECONDAIRES SPÉCIFIQUES AU RÉACTEUR 3

Les terrassements secondaires au niveau de la zone du réacteur 3 ont consisté à :

- Décaper les matériaux meubles (tout venant d'abattage de la falaise granitique) recouvrant l'emprise de la zone afin de mettre à nu le toit rocheux (229 000 m³ de déblais meubles).
- Réaliser le déroctage à l'explosif du granite, permettant d'atteindre les cotes de fondation des ouvrages de l'îlot nucléaire, d'une partie de la salle des machines et la partie orientale des galeries et ouvrages enterrés (Cf. [Paragraphe 5.1.2.3](#)).
- Décaper la frange altérée des cornéennes et mettre en œuvre le béton de blocage pour atteindre la cote de fondation des ouvrages : les deux tiers occidentaux de la salle des machines et la partie occidentale des galeries et ouvrages enterrés.
- Réaliser le déroctage des cornéennes pour atteindre la cote de fond de fouilles des ouvrages de la station de pompage.

Presque tous les bâtiments reposent sur un béton de comblement ou sont directement fondés au rocher. Les remblais obtenus par concassage des déblais du site ont donc été utilisés principalement pour les espaces inter-bâtiments afin de créer une plate-forme à la cote 12,4 m NGF. Ces remblais sont disposés de la façon suivante :

- Sous la cote + 6,40 m NGF, mise en place de remblais perméables et auto-filtrants. Il s'agit d'un remblai granulaire 4/80 mm obtenu par concassage. Par conception, ce remblai permet d'éviter tout risque d'évolution par entraînement des fines lors des inversions biquotidiennes de gradients, liées à la marée dans le chenal de prise.
- Au-dessus de la cote + 6,40 m NGF, mise en place de remblais moins perméables, de divers types : remblai granulaire 0/70 mm et grave 0/50 mm traitée au liant routier.

5.1.2.3. PROFONDEURS DES PRINCIPAUX BÂTIMENTS DU SITE

Les profondeurs des sous-faces des radiers des principaux bâtiments du site sont indiquées dans le [Tableau 5.a](#) ci-après.

Tableau 5.a : Niveaux des radiers des principaux bâtiments du site de Flamanville

Zones	Bâtiments	Sous-face du radier	
		Profondeur (m)	Cote (m NGF N)
Réacteurs 1 et 2	Bâtiments Réacteurs (BR)	- 3,6	+ 8,80
	Bâtiments Combustibles (BK)	- 4,42	+ 7,98
	Bâtiment des Auxiliaires de Sauvegarde (BAS)	- 8,84	+ 3,56
	Bâtiment des auxiliaires nucléaires BAN A, B, D BAN C	- 4,42 - 1,40	+ 7,98 + 11
	Piscine de traitement des résidus (PTR)	- 1,40	+ 11
	Diesels	- 4,70	+ 7,70
	Salles des machines	- 10,50	+ 1,90
	Station de pompage	- 27,90	- 15,50
Réacteur 3	Bâtiment réacteur (HR)	- 11,8	+ 0,6
	Bâtiment combustible (HK)	- 11,8	+ 0,6
	Bâtiment des auxiliaires nucléaires (HN)	- 10,8	+ 1,6
	Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde (HL)	- 11,8	+ 0,6
	Diesels C-D	- 6,3	+ 6,1
	Station de pompage (HP A-B-C-D)	- 28,9	- 16,5
	Bassin de rejet (HC)	- 27,4	- 15
	Ouvrage de pré-rejet	- 23,4	- 11
Bassin de confinement	- 12,4	- 6	

5.1.3. HYDROGÉOLOGIE

5.1.3.1. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

La masse d'eaux souterraines identifiée au droit du site de Flamanville est référencée FRHG507 « Socle du bassin versant des cours d'eau côtiers » (BRGM).

Au droit du site de Flamanville, les aquifères potentiels sont de trois types :

- un aquifère, de type « granulaire », constitué par l'arène granitique, produit de la dégradation du granite sous-jacent. L'eau occupe les vides interstitiels entre les grains de sables. Au niveau du site de Flamanville, cet aquifère est uniquement rencontré sur le plateau ;
- un aquifère plus profond, de type « fissural », constitué par le massif granitique et le massif de cornéennes. L'eau circule à travers les discontinuités du massif rocheux (fissures, joints de stratification, diaclases et failles) ;
- un aquifère, de type « granulaire », constitué par les remblais de première et de deuxième phase au droit de la plateforme.

5.1.3.1.1. Nappe de l'arène granitique

Il s'agit d'une nappe à perméabilité de pore se développant dans la frange la plus altérée du massif granitique, correspondant à l'arène sableuse. Le granite franc, nettement moins perméable, en constitue le mur. Elle existe seulement au niveau du plateau et représente une faible quantité d'eau exploitable.

Elle est alimentée par les eaux de surface. Les écoulements se font vraisemblablement dans des directions semblables à celles des eaux superficielles. La ligne de partage des eaux souterraines entre la Diélette à l'est et la mer à l'ouest est certainement un peu plus éloignée de la falaise que la ligne de partage des eaux superficielles située à environ 500 m de la côte.

À l'ouest de la ligne de partage des eaux souterraines, l'eau s'écoule vers la mer ; et à l'est de cette ligne, l'eau s'écoule en direction de la Diélette.

La nappe de l'arène granitique se situe à une cote moyenne de + 70 m NGF N.

5.1.3.1.2. Nappe du rocher

Cette nappe se développe à la faveur des discontinuités (fractures et joints stratigraphiques) du massif rocheux. La perméabilité diminuant avec la profondeur par fermeture des discontinuités, les circulations de fluide diminuent également.

Du fait de la perméabilité et de la porosité faibles de cet aquifère, aucune source pérenne et significative, c'est-à-dire ayant un débit supérieur à plusieurs dizaines de litres par heure, n'a été recensée avant (ni pendant) les travaux de terrassement.

La plate-forme où sont implantés les îlots nucléaires a été gagnée sur l'ancienne falaise, après déroctage d'une trentaine de mètres de couverture rocheuse. Ainsi, la frange de rocher la plus décomprimée (la plus perméable) a été retirée dans cette zone, à la différence du plateau ou de la partie occidentale de la plate-forme. La perméabilité de cette nappe, déjà faible, l'est donc encore plus dans la partie orientale de la plate-forme.

Une forte anisotropie régit la perméabilité horizontale, puisque l'essentiel des fissures affectant le massif granitique correspond à des fractures verticales d'orientation grossièrement est-ouest : la perméabilité dans cette direction et donc supérieure à celle dans la direction nord-sud.

Les perméabilités horizontales estimées à grande échelle dans le massif granitique sont :

- de l'ordre de 10^{-5} m/s dans la frange décomprimée par les tirs (quelques mètres d'épaisseur maximum) ;
- de l'ordre de $2 \cdot 10^{-7}$ m/s en grand dans la masse et en profondeur et dans la direction est-ouest ;
- inférieur à 10^{-8} m/s dans le sens nord-sud.

Les cornéennes présentent une fracturation globalement plus importante et une altération plus marquée que le granite, ce qui leur confère probablement les caractéristiques hydrodynamiques suivantes :

- perméabilité horizontale en grand de 10^{-6} m/s dans la direction nord-sud et dans la frange de terrain située sous les ouvrages (notamment stations de pompage) ;
- porosité efficace : 2 à 3 %.

5.1.3.1.3. Nappe des remblais

Au niveau des réacteurs 1 et 2, les volumes extraits lors de l'abattage de la falaise et lors de minages divers de terrains rocheux ont permis de remblayer l'ancien estran. Il s'agit d'un matériau mal gradué à granulométrie étalée, très hétérogène au sens granulométrique du terme et contenant une part non négligeable de gros éléments.

L'épaisseur des remblais, inexistante au droit de l'ancienne falaise, augmente progressivement vers la mer. Les piézomètres réalisés en 2009 ont permis d'observer des épaisseurs de remblai passant d'environ 4 m en pied de falaise (0 SEZ 020 PZ, 0 SEZ 021 PZ) jusqu'à près de 20 m en bordure du chenal (0 SEZ 010 PZ, 0 SEZ 011 PZ, 0 SEZ 012 PZ, 0 SEZ 014 PZ). Les piézomètres du pied de falaise se trouvent en bordure de bâtiments dans les remblais de seconde phase qui présentent généralement des perméabilités élevées.

Au niveau du réacteur 3, trois types de remblais ont été mis en place comme remblais de seconde phase :

- remblai N1 mis en place sous la cote + 6,4 m NGF N. La granulométrie de ce remblai (4/80 mm), lui confère une perméabilité très élevée, de l'ordre de 10^{-1} m/s. Sa porosité totale est de l'ordre de 18 % ;
- remblai N3 mis en place au-dessus de la cote + 6,4 m NGF N. Sa granulométrie et sa compacité lui confèrent une perméabilité de l'ordre de 10^{-3} m/s. Sa porosité est de l'ordre de 11 % ;
- remblai de contact N2t à base de stériles (0/50 mm) traités en liant routier. Par rapport aux autres remblais, ce remblai de contact est considéré comme étanche. Il a été mis en place contre les ouvrages ou en masse au-dessus de la cote + 6,4 m NGF N.

La nappe des remblais est une nappe à surface libre, en communication directe avec la mer via le canal d'amenée et avec la nappe fissurale du rocher sous-jacente.

5.1.3.2. RÉSEAU DES PIÉZOMÈTRES DU SITE

Le site de Flamanville possède un réseau de 32 piézomètres afin d'assurer une surveillance quantitative et qualitative des eaux souterraines.

Les piézomètres de l'ensemble du site de Flamanville sont présentés sur la [Figure 5.d](#) ci-après.

[

]

Figure 5.d : Carte des piézomètres du site de Flamanville

5.1.3.3. QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES

Depuis la mise en exploitation des réacteurs 1 et 2, le site de Flamanville fait l'objet d'une surveillance qualitative et quantitative de la nappe de la plate-forme du site. Cette surveillance a évolué au cours de l'exploitation du site pour s'adapter aux aménagements et à l'évolution des exigences réglementaires. Elle a été optimisée en 2014 pour tenir compte des zones d'intérêt.

Au droit de la zone du réacteur 3, une surveillance chimique et radiologique de la nappe est réalisée depuis le mois d'août 2019.

5.1.3.3.1. Seuils retenus pour la surveillance des eaux souterraines

Afin de répondre aux objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau (protéger à long terme les ressources en eau disponibles, assurer une réduction progressive du marquage des eaux souterraines et prévenir l'aggravation de leur marquage), EDF a défini des valeurs seuils pour interpréter les résultats de la surveillance des eaux souterraines déployée sur les sites nucléaires en exploitation et en déconstruction.

Trois seuils différents ont été fixés :

- un seuil S0 situé entre la limite de détection atteignable par des méthodes de mesures industrielles pour chaque substance et le seuil S1. En cas de dépassement du seuil S0, une nouvelle mesure est réalisée et le résultat est comparé à la valeur mesurée en amont du site ;
- un seuil S1 qui est un seuil d'investigation ; le dépassement de ce seuil entraîne la recherche de la source du marquage dans les eaux souterraines et l'analyse des éventuelles conséquences sur l'environnement. Le seuil S1 choisi est le seuil réglementaire lié à un usage « sensible » de l'eau (production d'eau potable, usage agroalimentaire...) ;
- un seuil S2 qui est un seuil d'action ; le dépassement de ce seuil entraîne la recherche de la source du marquage dans les eaux souterraines, l'évaluation de l'impact de la substance incriminée sur l'environnement et la nécessité ou non d'une intervention suivant l'usage de la nappe. Le seuil S2 des traceurs chimiques a été choisi pour un usage non sensible (usage industriel) et le seuil S2 des traceurs radiologiques a été choisi pour un usage sensible.

5.1.3.3.2. Qualité physico-chimique et radiologique

La surveillance des eaux souterraines réalisée sur la période [2010-2019] montre que seuls quelques faibles dépassements des seuils définis précédemment ont été observés et ont mis en évidence :

- un marquage très localisé en hydrocarbures au droit du piézomètre 0 SEZ 012 PZ en août 2015 (1 cm de flottant, huile lourde et peu mobile), lié aux activités du site. Depuis le mois de septembre 2015, les mesures à la sonde à interface ont montré qu'il n'y avait plus de phase de flottant dans le piézomètre 0 SEZ 012 PZ. Les résultats d'analyses des prélèvements mensuels dans le piézomètre 0 SEZ 012 PZ indiquent ponctuellement des traces de marquage résiduel en hydrocarbures avec des valeurs pouvant être de l'ordre de 1 mg/L lors d'un prélèvement puis être inférieures à la limite de quantification du laboratoire (0,1 mg/L) le mois suivant ;
- un marquage en phosphates (5 mg/L) et en nitrates (98 mg/L) dans le piézomètre 0 SEZ 015 PZ en juillet 2016. Ce marquage a fait l'objet de la déclaration d'un évènement significatif pour l'environnement et a pour origine un défaut d'étanchéité d'une vanne d'une bache incendie marquée en eaux usées. Les concentrations dans le piézomètre 0 SEZ 015 PZ sont redevenues inférieures aux seuils S0 en phosphates (0,3 mg/L) et nitrates (25 mg/L) à partir de janvier 2017 ;

- un marquage en tritium dans le piézomètre 0 SEZ 018 PZ en novembre 2015 (22 Bq/L). L'activité en tritium a ensuite continué d'augmenter pour atteindre 100 Bq/L en juin 2016. Ce marquage a fait l'objet de la déclaration d'un évènement intéressant l'environnement lié à l'infiltration d'eau du circuit ASG dans le sol suite à une inétanchéité de la galerie mécanique de la salle des machines du réacteur 1. Depuis 2016, ce piézomètre fait l'objet d'une surveillance renforcée et malgré une tendance à la baisse, quelques valeurs ponctuelles en tritium entre 100 et 200 Bq/L ont été observées. Les investigations réalisées par le site ont permis de réaliser des actions de maintenance sur certains réseaux pouvant être à l'origine de ce marquage.

La surveillance des eaux souterraines déployées sur le site de Flamanville a également permis de mettre en évidence des dépassements réguliers de certains paramètres suivis (sodium, sulfates, chlorures, azote Kjeldahl) liés à des causes sans lien avec les activités du site (les marées, la nature géologique du sous-sol...).

Les dépassements de seuils de surveillance des eaux souterraines mentionnés précédemment ne présentent pas d'enjeux sanitaires ni environnementaux. Par ailleurs, il est à noter que ces dépassements ont été observés uniquement sur le périmètre des réacteurs 1 et 2.

Aucun dépassement de seuils n'a été constaté sur les piézomètres assurant la surveillance qualitative des eaux souterraines au niveau du réacteur 3. Seuls des dépassements de la valeur indicative de qualité du pH ont été mesurés au niveau du piézomètre 0 SEZ 040 PZ (valeurs comprises entre 11 et 12). Ces valeurs semblent liées à la localisation de ce piézomètre, situé à proximité de la station de pompage du réacteur 3, dans une zone où un liant à la chaux a été utilisé pour stabiliser les remblais.

5.1.4. ÉTAT DES SOLS

L'état des sols présenté ici est réalisé sur le périmètre du site de Flamanville.

Sur la zone au nord du site, des déchets enfouis ont été découverts en 2016 de manière fortuite au cours de travaux d'aménagement. La zone a fait l'objet d'investigations qui ont montré quelques légers marquages chimiques des terres au contact des déchets et l'absence de marquage des terres sous-jacentes. Cette zone, située sous le parking nord du site, fait l'objet d'études complémentaires conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués.

Pour le reste du site, l'étude des données historiques et environnementales du site de Flamanville s'est appuyée sur des recherches documentaires, des témoignages de personnels de la centrale et des visites des installations. Au cours de cette étude, aucun marquage du milieu sol n'a été identifié au droit du site. Néanmoins, cette étude a mis en évidence le besoin de réaliser des investigations au droit de certaines zones du site afin d'obtenir des compléments d'informations nécessaires pour évaluer l'état des sols. Les zones à investiguer étaient situées au niveau des réacteurs 1 et 2 et aucun sondage de sol n'a été réalisé au niveau de la zone du réacteur 3.

Ces investigations de sol ont été menées entre le 15 novembre 2017 et le 21 décembre 2017 et ont consisté à réaliser 33 sondages de sols profonds (jusqu'à 7 m de profondeur) et à prélever 161 échantillons de sol pour des analyses chimiques et radiologiques. Les résultats de ces analyses ont montré que les échantillons prélevés étaient conformes au bruit de fond anthropique déterminé pour les paramètres recherchés.

Néanmoins, quelques échantillons analysés ont présenté des concentrations en hydrocarbures et/ou en éléments traces métalliques, supérieures aux valeurs de comparaison :

- Les résultats d'analyses des éléments traces métalliques montrent un bruit de fond géochimique local élevé avec pour certains paramètres des valeurs qui se situent dans la gamme ASPITET¹ des anomalies naturelles modérées (cadmium, cuivre, plomb, mercure) et pour d'autres paramètres, des valeurs qui se situent dans la gamme ASPITET des anomalies naturelles fortes (arsenic, zinc). Les anomalies en métaux ont été mises en évidence sur la majorité des zones et sans continuité spatiale entre les sondages ni entre les différentes profondeurs investiguées. Les anomalies les plus importantes concernent, à l'échelle du site, l'arsenic et le zinc. Ces anomalies semblent avoir pour origine un contexte géochimique local présentant des teneurs élevées en métaux.
- Sur 33 sondages de sol réalisés au droit des zones d'intérêt identifiées suite à l'étude des données historiques et environnementales des réacteurs 1 et 2, seuls 7 sondages ont été concernés par des concentrations en hydrocarbures totaux supérieures aux valeurs indicatives de référence de l'arrêté ISDI. Le détail des analyses en hydrocarbures a montré que les fractions hydrocarbonées mesurées correspondent à des hydrocarbures lourds et peu mobiles de type « huile minérale » utilisée sur les centrales. Ces résultats montrent que les dépassements en hydrocarbures des valeurs indicatives de référence de l'arrêté ISDI² sont ponctuels (un seul sondage pour une même zone) et que pour les sondages concernés, lorsque la foration a pu être poursuivie (absence de blocs), les échantillons de sol des horizons sous-jacents ont révélé l'absence d'anomalie en profondeur.

Des contrôles radiologiques des matériaux extraits ont été réalisés et des échantillons de sol ont été envoyés en laboratoire pour des analyses radiologiques. Les résultats ont montré l'absence de marquage radiologique au droit des zones investiguées.

La comparaison des résultats de l'état des sols du site de Flamanville avec les données des sols environnants n'a donc pas mis en évidence la présence de substances chimiques ou radiologiques à un niveau nécessitant la mise en place de mesures de gestion à l'exception de la zone de dépôt historique de déchets située au nord du site. Cette zone fait l'objet de plusieurs campagnes de reconnaissances environnementales qui permettront de définir les mesures de gestion adaptées et proportionnées aux enjeux sanitaires et environnementaux.

5.1.5. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LES SOLS ET LES EAUX SOUTERRAINES

Les principales cibles potentielles liées au milieu des eaux souterraines au droit du site sont :

- le canal d'amenée ;
- la Manche.

Le canal d'amenée qui alimente les stations de pompage est protégé de la mer par une digue (digue ouest) qui se referme au nord sur la plate-forme ; il communique avec la mer par un bassin de tranquillisation, fermé au sud par une deuxième digue (jetée sud) dont l'enracinement est perpendiculaire à la plate-forme et qui s'incurve légèrement vers la digue ouest, à son extrémité, pour former la passe d'entrée d'eau.

Le canal d'amenée alimente la nappe des remblais à marée haute et est un exutoire à marée basse.

¹ Programme de définition des teneurs totales en « métaux lourds » dans les sols français.

² Installation de Stockage de Déchets Inertes.

L'exutoire des eaux souterraines étant la Manche, il n'y a pas de captage d'alimentation en eau potable, ni de captage agricole ou industriel des eaux souterraines en aval hydrogéologique du site de Flamanville.

Concernant les sols, il existe très peu d'aires de sols nus dans le périmètre du site de Flamanville et ces rares aires ne sont pas utilisées pour l'entreposage de produits dangereux ni pour la circulation. Les voiries et les aires d'entreposage de produits chimiques sont goudronnées ou bétonnées afin de limiter et réduire au maximum le risque de marquage des sols sous-jacents en cas d'incident de déversement.

Les enjeux, pour les sols et les eaux souterraines, liés à la mise en service du réacteur 3 sont donc très faibles.

↘ ÉVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT EN L'ABSENCE DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET

En l'absence de mise en œuvre du projet de mise en service du réacteur 3, l'évolution et l'amélioration de la qualité et de la quantité des masses d'eaux souterraines s'inscrit dans les objectifs du SDAGE du bassin Seine et cours d'eau côtiers normands. Concernant la masse d'eaux souterraines présente au droit du site « FRHG507 Socle du bassin versant des cours d'eau côtiers », les objectifs fixés par le SDAGE sont le maintien du bon état chimique et un équilibre entre les prélèvements et la capacité de renouvellement des eaux souterraines.

5.2.

ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET

5.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LE SOL

Les principales incidences sur le sol sont liées aux travaux d'aménagement qui ont modifié la topographie et la géologie du site et ont anthropisé l'ensemble de la surface du site. La mise en service et l'exploitation du réacteur 3 n'ont pas d'incidence sur le sol et les procédures de contrôles et de maintenance des rétentions ultimes en phase d'exploitation permettent de s'assurer de l'absence de déversements d'effluents chimiques et radiologique dans le sol.

5.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES

Comme pour le milieu sol, les principales incidences sur les eaux souterraines sont liées aux travaux d'aménagement du site avec la plate-forme en remblais gagnée sur la mer et la construction d'installations et d'ouvrages profonds qui ont modifié localement les écoulements des eaux souterraines (fondations profondes et ouvrages hydrauliques).

La mise en service et l'exploitation du réacteur 3 n'ont pas d'incidence sur la qualité des eaux souterraines et les procédures de contrôles et de maintenance des rétentions ultimes en phase d'exploitation permettent de s'assurer de l'absence de déversements d'effluents chimiques et radiologique dans le sol et donc de limiter le risque de marquage des eaux souterraines. Pour s'assurer de cette absence de marquage des eaux souterraines suite à la mise en service du réacteur 3, quatre piézomètres permettant un suivi qualitatif de la nappe en amont et en aval de la zone du réacteur 3 sont prélevés périodiquement.

La mise en service et l'exploitation du réacteur 3 n'ont pas non plus d'incidence sur la quantité d'eau souterraine puisqu'aucun pompage en nappe n'est réalisé (Cf. [Paragraphe 2.2.2.4 du Chapitre 2](#)).

Seuls quelques pompages ponctuels peuvent être réalisés pour les besoins de travaux de génie civil nécessitant de rabattre localement la nappe ou d'assécher une fouille. En fonction des débits et des volumes à pomper, des dossiers d'autorisations spécifiques sont adressés aux autorités compétentes et les volumes prélevés sont quantifiés puis contrôlés avant rejet dans les exutoires du site.

5.3.

SURVEILLANCE DU SITE

5.3.1. SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DES SOLS ET DES EAUX SOUTERRAINES

Le programme de surveillance des eaux souterraines défini au droit du site de Flamanville a pour objectif de détecter un éventuel marquage de la nappe en lien avec l'exploitation des installations. Des piézomètres situés en amont hydrogéologique du site de Flamanville sont également surveillés afin de définir un état de référence de la qualité des eaux souterraines. La fréquence des prélèvements est déterminée en tenant compte des perméabilités des différents horizons aquifères, des gradients hydrauliques et des distances séparant les piézomètres des installations à surveiller ou des cibles à protéger. Une synthèse des substances chimiques et des radionucléides présents sur les installations a été réalisée et a permis de déterminer les traceurs pertinents associés. Les analyses réalisées sur les prélèvements d'eau souterraine consistent à rechercher et quantifier ces traceurs.

Les tableaux ci-après présentent le programme réglementaire de la surveillance radiologique et chimique des eaux souterraines en vigueur pour le site de Flamanville (décision n° 2018-DC-0640 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville, dite décision « Modalités »).

Tableau 5.b : Surveillance radiologique des eaux souterraines – Réacteurs 1 et 2

Piézomètres	Paramètres analysés	Fréquence du suivi
0 SEZ 015 PZ 0 SEZ 021 PZ 0 SEZ 022 PZ	Activité bêta globale Activité tritium Teneur en potassium sur eaux filtrées Activité bêta globale sur MES	Mensuelle
0 SEZ 002 PZ 0 SEZ 003 PZ 0 SEZ 004 PZ 0 SEZ 005 PZ 0 SEZ 006 PZ		Semestrielle
0 SEZ 011 PZ 0 SEZ 013 PZ		Bimestrielle

Tableau 5.c : Surveillance radiologique des eaux souterraines – Réacteur 3

Piézomètres	Paramètres analysés	Fréquence du suivi
0 SEZ 040 PZ 0 SEZ 041 PZ 0 SEZ 046 PZ	Activité bêta globale Activité tritium Teneur en potassium sur eaux filtrées	Mensuelle
0 SEZ 043 PZ	Activité bêta globale sur MES	Semestrielle

Tableau 5.d : Surveillance chimique des eaux souterraines – Réacteurs 1 et 2

Piézomètres	Paramètres analysés	Fréquence du suivi
0 SEZ 006 PZ 0 SEZ 009 PZ	pH, conductivité, azote Kjeldahl, nitrate, phosphates, hydrocarbures, chlorures	Mensuelle
0 SEZ 010 PZ	pH, conductivité, hydrocarbures, azote Kjeldahl, nitrates	
0 SEZ 011 PZ 0 SEZ 013 PZ 0 SEZ 015 PZ	pH, conductivité, hydrocarbures, phosphates, azote Kjeldahl, nitrates	
0 SEZ 022 PZ	pH, conductivité, hydrocarbures, phosphates	

Tableau 5.e : Surveillance chimique des eaux souterraines – Réacteur 3

Piézomètres	Paramètres analysés	Fréquence du suivi
0 SEZ 041 PZ 0 SEZ 043 PZ 0 SEZ 046 PZ	pH, conductivité, hydrocarbures, phosphates, azote Kjeldahl, nitrates	Mensuelle
0 SEZ 040 PZ	pH, conductivité, hydrocarbures	

Les seuils utilisés pour la surveillance des eaux souterraines sont présentés au [Paragraphe 5.1.3.3.1.](#)

5.3.2. SURVEILLANCE DES PRÉLÈVEMENTS EN NAPPE

Il n'y a pas de pompage en nappe à l'intérieur du site de Flamanville et donc pas de surveillance des prélèvements. Les seuls besoins de prélèvements dans la nappe sont ceux réalisés dans le cadre de la mise en œuvre de travaux de génie civil où il peut être nécessaire de réaliser des excavations (réalisation de tranchées, substitutions de terrain sous les fondations d'un ouvrage) et en fonction de leur profondeur, le niveau bas de ces excavations peut se trouver sous le niveau de la nappe. Dans ce cas, afin que les travaux puissent être réalisés au sec, l'eau de nappe en fond de fouille peut être pompée et rejetée vers le réseau SEO. De l'eau de nappe peut également être prélevée pour d'éventuels besoins en assainissement de la nappe phréatique. Dans ces cas de figure, il est vérifié que les volumes pompés (mise en place de débitmètres) restent en deçà des seuils déclaratifs de l'article R. 214-1 du code de l'environnement et si ce n'est pas le cas, des dossiers d'autorisations spécifiques sont adressés aux autorités compétentes.

5.4.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

Les principales mesures d'évitement et de réduction d'impacts sur les sols et sur les eaux souterraines ont pour objectif de réduire au minimum les risques de déversements dans les sols et les eaux souterraines en construisant, en exploitant et en entretenant les équipements dans lesquels des substances qui représentent un risque potentiel de marquage du sol et des eaux souterraines sont manipulées (Cf. [Tableau 5.f](#)).

Tableau 5.f : Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts sur les sols et les eaux souterraines

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Sols	Le stockage et l'utilisation des produits dangereux sont strictement règlementés. Le stockage s'effectue en prenant toute précaution pour éviter leur écoulement dans l'environnement (bacs de rétention, transfert sur des aires étanches...)	Évitement, Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	Des kits environnement sont mis à disposition aux endroits stratégiques en cas de déversements.	Réduction	Achat des kits environnement
	Le personnel est sensibilisé aux problématiques liées à la gestion des produits dangereux et à la gestion des déversements incidentels.	Réduction	Formation du personnel
	La conception, l'exploitation et la maintenance des bâtiments et matériels (rétentions et étanchéités mises en place) permet de prévenir les fuites radioactives ou chimiques susceptibles d'entraîner une pollution des sols	Évitement	Coût intégré à la conception, l'exploitation et la maintenance du site
Eaux souterraines	Les piézomètres sont fermés et entourés d'un massif en béton qui empêche toute communication directe entre le niveau superficiel et les eaux souterraines, conformément à la norme NF X 10-999. Ceci permet notamment d'éviter tout risque de contamination de la nappe par les eaux de ruissellement provenant de la surface	Évitement	Coût intégré à la conception
	Les mesures précitées de prévention du marquage des sols permettent de limiter également le marquage des eaux souterraines	Réduction	Coût intégré à la conception, l'exploitation et la maintenance du site

Afin de vérifier l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction décrites ci-dessus, des mesures de surveillance sont mises en place (Cf. [Paragraphe 5.1](#)).

Ces différentes mesures ont été prises en compte lors de l'analyse à court, moyen et long terme des incidences négatives et positives, directes et indirectes, temporaires et permanentes sur les sols et eaux souterraines menée précédemment. Cette analyse ne met pas en évidence d'incidences négatives notables sur l'environnement et la santé humaine, si bien qu'il n'est pas proposé de mesures supplémentaires visant à éviter, réduire ou bien compenser des effets négatifs notables.

5.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES

La méthode adoptée par EDF pour réaliser un état des sols a été établie à partir des circulaires et guides méthodologiques existants (notes et guides ICPE du ministère de l'Environnement, guide pour l'élaboration du rapport de base prévu par la Directive IED...). Elle comporte plusieurs étapes, décrites ci-après :

- Description de l'environnement naturel (géologie, hydrogéologie, hydrologie) et industriel (bâtiments, infrastructures, réseau) du site et évaluation des enjeux liés aux usages et à la vulnérabilité des milieux sols, eaux souterraines et eaux de surface.
- Analyse des éléments historiques pour l'évaluation du risque de présence de substances chimiques et/ou radioactives dans les sols au droit du site. Cette analyse est basée sur une évaluation comprenant :
 - un inventaire de l'ensemble des zones de l'installation (quel que soit leur niveau d'accessibilité), pouvant être associées à la présence dans les sols de substances chimiques ou radioactives. L'objectif de cette étape est d'identifier et de décrire les zones de l'installation qui, de par leur fonction actuelle ou passée (contenant ou servant à faire circuler des substances chimiques et/ou radioactives), leur localisation (équipements en contact direct avec les sols ou les eaux souterraines), leur état (par exemple qualité du béton ou des revêtements des fosses de collecte) et leur historique (incident de débordement, fuite...) sont susceptibles d'engendrer ou d'avoir engendré la présence de substances chimiques et/ou radioactives dans les milieux sols et eaux souterraines ;
 - une synthèse de l'ensemble des données déjà disponibles relatives à la qualité des sols, comme les rapports de diagnostics de sols antérieurs et les résultats d'analyses de la surveillance des eaux souterraines.

Cette phase d'analyse historique permet d'identifier les zones où la présence de substances chimiques et/ou radioactives dans les sols est avérée ou fortement suspectée.

- Acquisition de données complémentaires au travers de campagnes de mesures selon les critères suivants :
 - si l'analyse historique ne fournit pas suffisamment de données de qualité des sols au droit des zones où la présence de substances chimiques et/ou radioactives dans les sols est avérée ou fortement suspectée ;
 - si la réalisation de ces mesures (mesures *in situ*, sondages et analyses de sols) est compatible avec l'usage de la zone et la protection des intérêts.

Pour chaque zone faisant l'objet d'investigations, des traceurs correspondant aux substances chimiques et/ou radioactives inventoriées lors de la phase d'analyse historique sont identifiés et systématiquement recherchés. Ces traceurs sont représentatifs de l'ensemble des substances recherchées, facilement identifiables et mesurables. En cas de détection de ces traceurs, des analyses complémentaires peuvent être réalisées.

- Acquisition de données sur l'état des sols environnants (en cas d'absence d'informations sur l'état des sols avant création des installations du site).

Ces données peuvent être issues :

- de données de qualité des sols environnants (hors zones potentiellement influencées par l'installation) déjà disponibles ;
- de bases de données issues d'études spécifiques ou de programmes nationaux.

Ces bases peuvent fournir des gammes de valeurs de concentration ou d'activité en éléments d'origine naturelle ou anthropique couramment rencontrés dans les sols. Seules les données pouvant se rapporter au contexte de l'installation étudiée sont collectées et peuvent être utilisées afin de caractériser les sols environnants.

Si nécessaire, des campagnes de mesures de terrain sur les sols environnants sont menées, afin de compléter les données disponibles. Elles peuvent être réalisées à l'extérieur ou à l'intérieur de l'installation, au droit de zones exemptes de toute influence d'activité de l'installation qui pourrait modifier l'état des sols.

Ces campagnes de mesures comprennent la réalisation de prélèvements et d'analyses :

- de remblais d'origine similaire à ceux mis en œuvre au droit des équipements de l'installation ;
- de sols présentant des caractéristiques géologiques et géochimiques similaires aux sols présents au droit de l'installation.

- Le cas échéant, définition des zones nécessitant des mesures de gestion.

Les données de qualité des sols au droit de l'installation sont comparées aux données de l'état initial et/ou aux données de qualité des sols environnants. Cette comparaison tient compte des incertitudes liées à la nature des investigations réalisées (incertitudes liées au caractère ponctuel des sondages, incertitudes de prélèvements et d'analyse...).

Selon les résultats de la comparaison, une interprétation de l'état des sols est réalisée. Cette interprétation s'appuie notamment sur les outils méthodologiques précités (guide ASN, guide IRSN, notes et guides ICPE du ministère de l'environnement) et permet de définir les zones nécessitant des mesures de gestion.

5.6.

CONCLUSION

Les travaux d'aménagement du site de Flamanville ont conduit à anthropiser les sols et à modifier les écoulements des eaux souterraines (terrassment des terrains, fondations des bâtiments, réseaux enterrés...).

La mise en service et l'exploitation du réacteur 3 n'amènent pas d'incidences supplémentaires sur le sol ni sur les eaux souterraines.

En phase d'exploitation, les procédures de contrôles et de maintenance des équipements et des rétentions ultimes permettent de garantir l'absence de déversements d'effluents chimiques et radiologiques dans le sol et donc de risque du marquage des eaux souterraines.

Afin de s'assurer de l'absence d'impact sur les eaux souterraines, un programme périodique de surveillance qualitative et quantitative des eaux souterraines est mis en place et les résultats sont transmis régulièrement à l'Autorité de sûreté nucléaire.

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 6 - Radioécologie

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 6.....	7
6.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE.....	8
6.1.1. ORIGINES DE LA RADIOACTIVITÉ DANS L'ENVIRONNEMENT	12
6.1.2. ÉTAT RADIOLOGIQUE À L'INTÉRIEUR DU CNPE	16
6.1.3. HISTORIQUE DES ÉTUDES RADIOÉCOLOGIQUES	17
6.1.4. ÉTAT RADIOLOGIQUE DU MILIEU TERRESTRE	19
6.1.5. ÉTAT RADIOLOGIQUE DU MILIEU AQUATIQUE.....	36
6.1.6. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR L'ÉTAT RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT	57
6.2. ANALYSE DES INCIDENCES	59
6.2.1. ÉVALUATION RÉTROSPECTIVE SUR LA BASE DES MESURES EFFECTUÉES DANS L'ENVIRONNEMENT	59
6.2.2. ÉVALUATION PROSPECTIVE DU RISQUE ENVIRONNEMENTAL	60
6.3. SURVEILLANCE	71
6.3.1. SURVEILLANCE DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS À L'ATMOSPHÈRE	71
6.3.2. SURVEILLANCE DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES	78
6.3.3. SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT	85
6.4. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES	102
6.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES	105
6.5.1. ÉVALUATION RÉTROSPECTIVE SUR LA BASE DES MESURES EFFECTUÉES DANS L'ENVIRONNEMENT	105
6.5.2. ÉVALUATION PROSPECTIVE DU RISQUE ENVIRONNEMENTAL	106
6.6. CONCLUSION	110

TABLEAUX

Tableau 6.a :	Symbole chimique, nom, type de transformation et période radioactive des principaux radionucléides cités dans le document.....	11
Tableau 6.b :	Organismes de référence de l'outil ERICA pour l'écosystème terrestre.....	61
Tableau 6.c :	Coordonnées et Coefficients de Transfert Atmosphérique (CTA) des points étudiés.....	63
Tableau 6.d :	Activités volumiques des radionucléides dans l'air au point d'étude retenu du site de Flamanville.....	64
Tableau 6.e :	Activités massiques des radionucléides potentiellement présents dans le sol au point d'étude retenu du site de Flamanville.....	64
Tableau 6.f :	Débits de dose et indices de risque calculés au point d'étude retenu	65
Tableau 6.g :	Organismes de référence de l'outil ERICA pour l'écosystème aquatique marin	67
Tableau 6.h :	Activités volumiques et massiques calculées par Symbiose dans l'eau et dans les sédiments des radionucléides potentiellement présents en champ proche du site de Flamanville.....	68
Tableau 6.i :	Débits de dose et indices de risque calculés en champ proche	69
Tableau 6.j :	Techniques de mesure utilisées pour le contrôle des effluents radioactifs atmosphériques.....	76
Tableau 6.k :	Techniques de mesure utilisées pour le contrôle des effluents radioactifs liquides	81
Tableau 6.l :	Techniques de mesures utilisées pour le contrôle des effluents radioactifs issus des réservoirs Ex.....	84
Tableau 6.m :	Mesures réalisées sur les eaux usées ou pluviales.....	84
Tableau 6.n :	Implantation des balises du « réseau clôture ».....	89
Tableau 6.o :	Implantation des balises du « réseau 1 km ».....	90
Tableau 6.p :	Implantation des balises du « réseau 5 km ».....	90
Tableau 6.q :	Implantation des balises du « réseau 10 km ».....	91
Tableau 6.r :	Implantation des stations d'aspiration des poussières atmosphériques.....	91
Tableau 6.s :	Seuils de décision règlementaires des analyses radiologiques des aérosols	92
Tableau 6.t :	Seuils de décision règlementaires des analyses radiologiques des eaux de pluie.....	93
Tableau 6.u :	Seuils de décision règlementaires et fréquence des analyses radiologiques pour les végétaux terrestres et le lait	94
Tableau 6.v :	Seuils de décision règlementaires et fréquence des analyses radiologiques pour les couches superficielles des terres et des productions agricoles	95
Tableau 6.w :	Limites règlementaires pour les activités volumiques mesurées dans l'environnement aquatique (Bq/L)	96
Tableau 6.x :	Seuils de décision règlementaires des analyses radiologiques pour les sédiments, la flore aquatique (algues) et la faune aquatique (poissons, mollusques et crustacés)	97
Tableau 6.y :	Tableau récapitulatif de la surveillance radiologique règlementaire dans le compartiment atmosphérique.....	97
Tableau 6.z :	Tableau récapitulatif de la surveillance radiologique règlementaire dans le compartiment terrestre	98

Tableau 6.aa :	Tableau récapitulatif de la surveillance radiologique règlementaire dans le compartiment aquatique.....	99
Tableau 6.bb :	Mesures d'évitements et/ou réduction des impacts pour les rejets radioactifs.....	102

FIGURES

Figure 6.a :	Chronologie des principaux événements et études radiologiques réalisées dans l'environnement du CNPE de Flamanville.....	18
Figure 6.b :	Rose des vents du CNPE de Flamanville période [2010-2019].....	19
Figure 6.c :	Localisation des stations de prélèvements dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville entre 2010 et 2019.....	20
Figure 6.d :	Activités massiques (maximale et minimale) en césium 137 dans les matrices solides du milieu terrestre prélevées en zone hors vents dominants (ZNI) et en zone sous les vents dominants (ZI)	27
Figure 6.e :	Activités volumiques (maximale et minimale) du césium 137 dans le lait prélevé en zone hors vents dominants (ZNI) et en zone sous les vents dominants (ZI)	28
Figure 6.f :	Activités volumiques du tritium libre (HTO) dans les matrices de l'environnement terrestre prélevées en zones hors vents dominants (ZNI) et zones sous les vents dominants (ZI).....	30
Figure 6.g :	Activités volumiques du tritium organiquement lié (TOL) dans les matrices de l'environnement terrestre prélevées en zones hors vents dominants (ZNI) et zones sous les vents dominants (ZI).....	31
Figure 6.h :	Activités spécifiques du carbone 14 dans les matrices de l'environnement terrestre de 2010 à 2019.....	32
Figure 6.i :	Activités spécifiques du carbone 14 (données annuelles et trimestrielles) dans le lierre et le lait de 2010 à 2019 et bruit de fond hors influence	33
Figure 6.j :	Localisation des stations de prélèvements dans l'environnement aquatique du CNPE de Flamanville entre 2010 et 2019.....	37
Figure 6.k :	Activités massiques des radionucléides émetteurs gamma dans les sédiments prélevés en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet.....	46
Figure 6.l :	Activités massiques des radionucléides émetteurs gamma dans les algues marines prélevées en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet	46
Figure 6.m :	Activités massiques des radionucléides émetteurs gamma dans les mollusques prélevés en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet.....	47
Figure 6.n :	Activités massiques des radionucléides émetteurs gamma dans les crustacés prélevés en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet.....	47
Figure 6.o :	Activités massiques des radionucléides émetteurs gamma dans les poissons prélevés en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet.....	48
Figure 6.p :	Activités massiques de l'iode 131 dans les algues marines prélevées en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet	50
Figure 6.q :	Activités volumiques du tritium libre (HTO) dans les matrices de l'environnement aquatique prélevées en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet.....	51
Figure 6.r :	Activités volumiques du tritium organiquement lié (TOL) dans les matrices de l'environnement aquatique prélevées en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet.....	52

Figure 6.s :	Activités spécifiques du carbone 14 dans les matrices de l'environnement aquatique prélevées en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet	53
Figure 6.t :	Localisation des points étudiés pour évaluer le risque environnemental des rejets d'effluents radioactifs atmosphériques du site sur l'environnement terrestre	62
Figure 6.u :	Indices de risque calculés au point d'étude pour les organismes de référence de l'écosystème terrestre	66
Figure 6.v :	Indices de risque calculés en champ proche pour les organismes de référence de l'écosystème aquatique marin.....	70
Figure 6.w :	Surveillance radiologique de l'environnement – Compartiment atmosphérique : localisation des stations de prélèvement des réseaux clôture et 1 km et des stations AS	87
Figure 6.x :	Surveillance radiologique de l'environnement – Compartiment atmosphérique : localisation des stations de prélèvement et de mesure des réseaux 5 km et 10 km du site de Flamanville.....	88

P RÉSENTATION DU CHAPITRE 6

Ce chapitre a pour objectif d'étudier l'état radiologique de l'environnement du site de Flamanville. Le chapitre est organisé comme suit :

- [§ 6.1](#) : présente le scénario de référence de l'environnement au voisinage du CNPE en fonctionnement (réacteurs 1 et 2) de Flamanville, en considérant :
 - l'état radiologique à l'intérieur du CNPE établi à partir des mesures réglementaires de surveillance de l'environnement réalisées à l'intérieur du CNPE ;
 - et l'état radiologique au voisinage du CNPE, établi à partir des études radioécologiques « bas bruit de fond » (état de référence initial (ou point zéro), suivis annuels et bilans décennaux) ;
- [§ 6.2](#) : présente l'analyse des incidences de l'exploitation du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur l'environnement vis-à-vis des rejets d'effluents radioactifs ;
- [§ 6.3](#) : présente les différents programmes de surveillance des rejets d'effluents radioactifs et de l'environnement terrestre et aquatique associés au site de Flamanville ;
- [§ 6.4](#) : présente les mesures d'évitement et de réduction d'impact et les mesures compensatoires des modifications demandées ;
- [§ 6.5](#) : présente la description des méthodes utilisées ;
- [§ 6.6](#) : présente la conclusion.

6.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

Ce chapitre présente l'état radiologique de l'environnement à l'intérieur (Cf. [Paragraphe 6.1.2](#)) et au voisinage du CNPE (réacteurs 1 et 2) de Flamanville (Cf. [Paragraphe 6.1.4](#) et [6.1.5](#)).

L'environnement au voisinage du CNPE de Flamanville a fait l'objet d'études radioécologiques destinées d'une part à identifier les principaux radionucléides présents dans les différentes matrices de l'environnement terrestre et aquatique, avant l'exploitation du site (état de référence initial), et d'autre part à évaluer sur le long terme dans quelle mesure les rejets d'effluents du CNPE contribuent à l'apport de radioactivité dans l'environnement au regard des autres sources potentielles en présence.

L'évolution des niveaux de radioactivité dans l'environnement est suivie à des fréquences variables adaptées aux objectifs de surveillance dans le cadre :

- d'un plan de surveillance réglementaire effectué par le CNPE depuis la mise en service des installations ;
- d'études radioécologiques ponctuelles, de suivis radioécologiques annuels et de bilans radioécologiques décennaux, actuellement assurés par l'IRSN¹ (anciennement IPSN²).

L'état radiologique à l'intérieur du CNPE s'appuie sur les mesures réglementaires de surveillance de l'environnement destinées :

- à s'assurer du respect des valeurs limites réglementaires (fonction de contrôle). C'est notamment le cas pour l'activité bêta globale des aérosols atmosphériques et le tritium dans l'air au niveau du sol (sous les vents dominants) ;
- à s'assurer de l'absence de toute élévation atypique du niveau de radioactivité dans l'environnement (fonction de surveillance) et à déceler toute anomalie de façon précoce. Les analyses radiologiques réglementaires sont réalisées sur des matrices importantes dans le transfert des radionucléides au sein de l'environnement et vis-à-vis de l'exposition de la population. Les mesures portent notamment sur le débit de dose gamma ambiant, les aérosols, l'eau de pluie et les eaux souterraines au droit du CNPE.

Ces mesures réglementaires, réalisées de façon cohérente pour l'ensemble du Parc nucléaire selon les prescriptions de l'ASN, sont réalisées à des fréquences courtes (quotidiennes ou hebdomadaires) et ont des seuils de décision analytiques cohérents avec l'objectif de surveillance court terme.

¹ IRSN : Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire.

² IPSN : Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire.

↘ SEUIL DE DÉCISION (SD)

Le Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement³ définit le Seuil de Décision (SD) comme une valeur de comptage pour laquelle on estime que, compte-tenu des fluctuations statistiques du bruit de fond, on peut affirmer avec une probabilité suffisamment élevée de ne pas se tromper, qu'un comptage supérieur à cette valeur révèle effectivement la présence de radioactivité dans l'échantillon mesuré. L'activité de l'échantillon et son incertitude peuvent alors être calculées. Si en revanche, la mesure de l'échantillon donne un comptage inférieur à cette valeur on peut seulement affirmer, également avec une probabilité quantifiée de ne pas se tromper, que même si une radioactivité est présente, bien que n'ayant pas été détectée, elle est en tous cas inférieure à une valeur appelée Limite de Détection (LD). Selon les techniques de mesure, la limite de détection est approximativement égale à deux fois la valeur du seuil de décision. En pratique et conformément aux demandes de l'ASN, les résultats sont exprimés « < SD ».

Les techniques de prélèvement et de mesure mises en œuvre dans le cadre de la surveillance de l'environnement doivent garantir les valeurs des seuils de décision ne dépassant pas les valeurs indiquées dans la décision n° 2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013, relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base, homologuée par l'arrêté du 9 août 2013, modifiée par la décision n° 2016-DC-0569 de l'ASN du 29 septembre 2016 homologuée par l'arrêté du 5 décembre 2016 (dite décision « Environnement »).

Ces valeurs seront nommées « seuils de décision règlementaires » par la suite.

L'état radioécologique au voisinage du CNPE repose sur des études radioécologiques annuelles et décennales qui s'appuient sur des analyses « bas bruit de fond » permettant d'identifier des radionucléides présents à l'état de « traces » dans l'environnement. Des seuils de décision plus faibles que pour les analyses réalisées à fréquence courte sont recherchés. Cela permet de caractériser finement les niveaux de radioactivité dans l'environnement et par la suite d'évaluer dans quelle mesure les rejets du CNPE contribuent à l'apport de radionucléides dans l'environnement au regard des autres sources potentielles en présence.

L'exploitation des données radioécologiques nécessaires pour établir l'état radiologique de l'environnement au voisinage du CNPE de Flamanville nécessite tout d'abord de distinguer les radionucléides présents naturellement dans l'environnement (origines cosmique et tellurique), de ceux produits artificiellement lors de réactions nucléaires de fission ou d'activation (essais nucléaires aériens, accidents nucléaires, rejets d'effluents radioactifs industriels et hospitaliers).

Les radionucléides émetteurs gamma (γ) d'origine naturelle (potassium 40, béryllium 7...) et d'origine artificielle (césium 134 et 137, cobalt 58, cobalt 60, argent 110 métastable...), les radionucléides émetteurs bêta (β) (tritium, carbone 14, strontium 90, nickel 63...) ainsi que les radionucléides émetteurs alpha (α) (plutonium 238, plutonium 239+240 et américium 241) sont ainsi recherchés, bien qu'un certain nombre de ces radionucléides (les radionucléides émetteurs alpha et le strontium 90) ne soient pas présents dans les rejets d'effluents radioactifs du CNPE en fonctionnement normal. Issus des retombées globales des essais nucléaires aériens, sans lien avec l'exploitation du CNPE, ils sont encore détectables dans l'environnement. Ces prélèvements et analyses sont réalisés selon une chronologie établie dans le cadre des états de référence initiaux, des suivis annuels et des bilans radioécologiques décennaux pour interpréter l'évolution des niveaux de radioactivité de l'environnement au regard des rejets de l'installation et des autres sources potentielles de radioactivité.

Le choix de la nature et des stations de prélèvements lors de ces études est effectué dans l'objectif de pouvoir comparer les résultats obtenus sur le long terme. Ainsi, dans la mesure du possible, les prélèvements sont réalisés aux mêmes stations et sur les mêmes matrices dans le temps de façon à pouvoir comparer les résultats avec ceux obtenus lors des études précédentes.

³ Le réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement centralise l'ensemble des données de surveillance de la radioactivité de l'environnement en France, et s'assure de leur qualité et de leur harmonisation par une procédure d'agrément (<https://www.mesure-radioactivite.fr/#/>).

Concernant la nature des prélèvements, les échantillons prélevés correspondent notamment à :

- des **bioindicateurs** connus pour leurs aptitudes à retenir les éléments traces et renseigner sur certaines caractéristiques écologiques de l'environnement (*bryophytes, végétaux terrestres et aquatiques*) ;
- des **compartiments d'accumulation** dans lesquels la radioactivité est retenue ce qui permet de révéler des émissions anciennes de radioactivité (*sols et sédiments*) ;
- des vecteurs directs de la radioactivité (*eaux, air*) ;
- des **matrices environnementales consommées** par les animaux et/ou l'homme constituant des voies de transfert, directes ou indirectes (*productions agricoles, lait, poissons*).

Le choix de la nature des prélèvements vise à obtenir, dans la mesure du possible, une cohérence à l'échelle nationale, sans écarter les spécificités locales.

La localisation des stations de prélèvement a été choisie notamment en fonction de la rose des vents locale ou des conditions hydrologiques, de la répartition de la population et de la disponibilité des échantillons dans l'environnement proche.

- Dans l'environnement terrestre (surveillance du compartiment atmosphérique et terrestre), les prélèvements collectés sont répartis en distinguant les zones sous les vents dominants (zones potentiellement influencées par les rejets d'effluents à l'atmosphère) des zones hors vents dominants (zones non influencées par les rejets d'effluents à l'atmosphère), notées par la suite ZI ou ZNI.
- Dans l'environnement marin, les prélèvements sont réalisés à la fois en champ lointain (non influencée par les rejets d'effluents liquides) et en champ proche (potentiellement influencée par les rejets d'effluents liquides).

Il est à noter que pour l'ensemble des données utilisées, toutes les étapes du prélèvement à l'analyse de l'échantillon sont conformes à la norme NF EN ISO/CEI 17025 (relative aux Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais). Ces mesures sont réalisées sous couvert des agréments au RNM (Réseau National de Mesure).

Pour mettre en évidence une éventuelle contribution des rejets autorisés du CNPE à l'apport de radioactivité dans l'environnement⁴, les résultats acquis dans les milieux terrestre ou aquatique sous influence potentielle des rejets du CNPE sont comparés à ceux acquis hors influence des rejets du CNPE et aux données obtenues lors de la réalisation du point zéro radioécologique du CNPE. Les différentes origines de la radioactivité dans l'environnement sont détaillées dans le [Paragraphe 6.1.1](#).

Afin de faciliter la compréhension de ce chapitre, le [Tableau 6.a](#) présente les caractéristiques des radionucléides cités (symbole de l'élément, nom, type de transformation, période radioactive⁵).

⁴ Pour la compréhension de l'analyse réalisée dans le cadre de ce document, il est à noter que le mot « marquage » est le terme classiquement usité en radioécologie pour évoquer la présence mesurable d'un radionucléide dans l'environnement en incrément du bruit de fond naturel, en lien avec une source identifiée. Ce terme ne présage pas des niveaux d'activité quantifiés.

⁵ La période radioactive (ou demi-vie) est le temps nécessaire pour que la moitié des atomes radioactifs se désintègrent naturellement.

Tableau 6.a : Symbole chimique, nom, type de transformation et période radioactive des principaux radionucléides cités dans le document

		Radionucléide						Radionucléide			
		Symbole	Nom	Type de transformation	Période radioactive			Symbole	Nom	Type de transformation	Période radioactive
Période inférieure à 1 an		¹⁰⁶ Rh	Rhodium	β, γ, X	30,0 s	Période inférieure à 1 an		^{131m} Xe	Xénon	β, γ	12 j
		^{135m} Xe	Xénon	β, γ, X	15,3 min			²³⁴ Th	Thorium	β, γ, X	24 j
		⁴¹ Ar	Argon	β, γ, X	110 min			⁵¹ Cr	Chrome	γ	27,7 j
		¹³² I	Iode	β, γ, X	2,3 h			¹⁴¹ Ce	Cérium	β, γ, X	32,5 j
		⁸⁸ Kr	Krypton	β, γ, X	2,84 h			⁹⁵ Nb	Niobium	β, γ, X	35,0 j
		^{85m} Kr	Krypton	β, γ, X	4,48 h			¹⁰³ Ru	Ruthénium	β, γ, X	40 j
		²²⁸ Ac	Actinium	β, γ, X	6,15 h			¹²⁴ Sb	Antimoine	β, γ, X	60,2 j
		¹³⁵ I	Iode	β, γ, X	6,57 h			⁷ Be	Béryllium	β, γ	53,2 j
		²³⁴ Pa	Protactinium	β, γ, X	6,7 h			⁹⁵ Zr	Zirconium	β, γ, X	64 j
		¹³⁵ Xe	Xénon	β, γ, X	9,2 h			⁵⁸ Co	Cobalt	β, γ, X	71 j
		¹³³ I	Iode	β, γ, X	20,87 h			⁶⁵ Zn	Zinc	β, γ, X	244 j
		^{133m} Xe	Xénon	γ, X	2,2 j			^{110m} Ag	Argent	β, γ, X	250 j
		¹³³ Xe	Xénon	β, γ, X	5,27 j			¹⁴⁴ Ce	Cérium	β, γ, X	285 j
		¹³¹ I	Iode	β, γ, X	8 j			⁵⁴ Mn	Manganèse	β, γ, X	312 j
Période comprise entre 1an et 100 ans		¹⁰⁶ Ru	Ruthénium	β	371,5 j	Période supérieure à 100 ans		²⁴¹ Am	Américium	α, γ	433 a
		¹³⁴ Cs	Césium	β, γ, X	2,1 a			^{108m} Ag	Argent	γ, X	438 a
		⁵⁵ Fe	Fer	γ, X	2,75 a			¹⁴ C	Carbone	β	5 700 a
		¹²⁵ Sb	Antimoine	β, γ, X	2,8 a			²⁴⁰ Pu	Plutonium	α, γ, X	6 600 a
		⁶⁰ Co	Cobalt	β, γ, X	5,3 a			²³⁹ Pu	Plutonium	α, γ, X	24 100 a
		⁸⁵ Kr	Krypton	β, γ, X	10,4 a			⁹⁹ Tc	Technétium	β, γ, X	2,11.10 ⁵ a
		³ H	Tritium	β	12,3 a			¹²⁹ I	Iode	β, γ, X	1,61.10 ⁷ a
		²¹⁰ Pb	Plomb	α, β, γ, X	22,3 a			⁴⁰ K	Potassium	β, γ, X	1,3.10 ⁹ a
		⁹⁰ Sr	Strontium	β	28,8 a			²³⁸ U	Uranium	α, γ, X	4,5.10 ⁹ a
		¹³⁷ Cs	Césium	β, γ, X	30,0 a			²³² Th	Thorium	α, γ, X	1,4.10 ¹⁰ a
		²³⁸ Pu	Plutonium	α, γ	88,0 a						
	⁶³ Ni	Nickel	β	98,7 a							

6.1.1. ORIGINES DE LA RADIOACTIVITÉ DANS L'ENVIRONNEMENT

6.1.1.1. ORIGINE NATURELLE

Les principaux radionucléides naturels rencontrés dans l'environnement ont deux origines :

- Une origine cosmique : représentée par les radionucléides issus de l'interaction de la matière avec les rayonnements (neutrons) cosmiques (tritium, béryllium 7, béryllium 10, carbone 14, silicium 32, chlore 36, sodium 22, phosphore 32...). La réaction la plus importante conduit à la formation de carbone 14 à partir de l'azote atmosphérique.
- Une origine tellurique : représentée par les radionucléides présents dans l'écorce terrestre depuis l'origine de la Terre. Un isotope radioactif du potassium (^{40}K) et les familles radioactives de l'uranium 238, de l'uranium 235 et du thorium 232 constituent la majeure partie de ce groupe.

6.1.1.2. ORIGINE ARTIFICIELLE

Un certain nombre de radionucléides d'origine artificielle sont détectés de manière plus ou moins homogène sur l'ensemble du territoire. Ils proviennent des retombées atmosphériques des essais aériens nucléaires réalisés de 1945 à 1980, des accidents nucléaires (Tchernobyl en 1986 et dans une bien moindre mesure, Fukushima en 2011) ou bien des rejets réalisés dans le strict respect des limites autorisées d'INB comme les CNPE, les installations en déconstruction, les sites de fabrication et de retraitement du combustible, les sites de stockage, les sites militaires mais également les établissements de santé et universitaires via l'utilisation de radionucléides à des fins médicales et/ou de recherches.

6.1.1.2.1. Retombées des essais nucléaires aériens

Les essais nucléaires aériens auxquels ont procédé les grandes puissances militaires (États-Unis, Russie, Grande-Bretagne, France et Chine) entre 1945 et 1980 constituent le seul apport massif de radionucléides artificiels à l'échelle planétaire et la principale source de radioactivité artificielle dans l'environnement français. Au total, 543 essais nucléaires aériens ont été effectués. L'essentiel de la puissance a été libéré entre 1954 et 1958 puis en 1961 et 1962. À partir de 1961, les essais nucléaires aériens ont progressivement laissé place aux essais nucléaires souterrains, constituant une source de contamination moindre pour la biosphère. Le dernier essai nucléaire aérien a eu lieu en Chine le 16 octobre 1980.

La plupart des essais nucléaires aériens se sont déroulés dans l'hémisphère Nord. Environ 90 % des radionucléides émis dans l'atmosphère sont retombés dans cet hémisphère. Les particules radioactives émises étaient constituées de produits de fission (strontium 90, césium 137, iode 131...) et de produits d'activation (tritium et carbone 14) créés par l'interaction du rayonnement neutronique avec les atomes présents au sein des molécules constituant l'atmosphère.

Les radionucléides à courte période radioactive ont progressivement disparu (iode 131, cérium 141, ruthénium 103, zirconium 95, cérium-praséodyme 144, ruthénium-rhodium 106). En revanche, le césium 137, le strontium 90, le carbone 14, le tritium et les transuraniens persistent toujours dans les matrices environnementales prélevées actuellement en France en raison de périodes radioactives beaucoup plus longues.

Les retombées atmosphériques dues aux essais nucléaires aériens constituent un bruit de fond radiologique plus ou moins hétérogène à l'échelle du territoire français. Les radionucléides émetteurs alpha déposés via ces retombées (plutonium 238, plutonium 239 et 240, américium 241...) sont caractérisés par les rapports d'activités⁶ ($^{238}\text{Pu} / ^{239+240}\text{Pu}$) égaux à 0,03 et ($^{241}\text{Am} / ^{239+240}\text{Pu}$) égaux à 0,4. La comparaison des rapports établis à partir des activités mesurées dans l'environnement à ces valeurs caractéristiques permet de mettre en évidence un apport anthropique autre que les retombées des essais aériens.

6.1.1.2.2. Retombées de l'accident de Tchernobyl

L'accident de Tchernobyl est survenu le 26 avril 1986 en Ukraine. En raison des conditions météorologiques, le panache radioactif émis dans la troposphère s'est déplacé vers les pays nordiques, l'Europe Centrale et la Méditerranée. Il a survolé la vallée du Rhône puis l'Est de la France au cours de la première semaine de mai 1986. Les événements pluvieux concomitants ont favorisé le dépôt des particules radioactives. Dix-neuf radionucléides ont été détectés dans l'environnement sur le territoire français parmi lesquels on trouve : le tellure 132, l'iode 131, le ruthénium 103, les ruthéniums et rhodium 106, les césiums 134 et 137 et l'argent 110 métastable. À l'exception du césium 137, ces radionucléides présentent des périodes de décroissance courtes (de quelques secondes pour le rhodium 106 à deux ans pour le césium 134). De ce fait, seul le césium 137 dont la période radioactive est de 30 ans, demeure actuellement détectable dans les matrices environnementales prélevées en France métropolitaine et participe au bruit de fond radiologique anthropique.

Du fait de sa position géographique et des précipitations lors du passage du panache issu de l'accident de Tchernobyl, l'environnement au voisinage du site de Flamanville a été faiblement impacté par les retombées radioactives comparativement au nord-est, la vallée du Rhône et la Corse.

6.1.1.2.3. Retombées de l'accident de Fukushima

L'accident de Fukushima est survenu le 11 mars 2011 au Japon. Le panache radioactif résultant des rejets radioactifs à l'atmosphère des réacteurs nucléaires accidentés s'est déplacé, tout en se diluant, dans les courants atmosphériques de l'hémisphère Nord. Le continent nord-américain a été le premier touché par cette dispersion à grande échelle, puis les particules radioactives ont atteint le Nord et le Nord-Est de l'Europe (Scandinavie), une dizaine de jours après l'accident. La France et le Sud-Ouest de l'Europe ont été atteints vers le 25 mars. Les masses d'air ont ensuite poursuivi leur déplacement vers l'Asie.

Les différentes observations ont montré que les régions françaises ont globalement été touchées de façon similaire, avec de légères fluctuations spatiales et temporelles dues au déplacement des masses d'air. Les activités en radionucléides artificiels imputables à l'accident de Fukushima (iode 131, césium 134 et 137, tellure 132) mesurées en France ont été très faibles. Ces activités se situent à des niveaux 500 à plus de 1 000 fois inférieurs à ceux mesurés en mai 1986 en France suite à l'accident de Tchernobyl.

À l'exception du césium 137, les autres radionucléides détectés en France présentent des périodes de décroissance courtes. Après l'accident, les niveaux d'activité des césiums mesurés dans les aérosols en France conduisaient à un rapport d'activité ($^{134}\text{Cs} / ^{137}\text{Cs}$) égal à 0,97, représentatif des rejets d'effluents radioactifs atmosphériques liés à l'accident de Fukushima. Actuellement, seul le césium 137 peut présenter des activités décelables, néanmoins celles-ci sont masquées par les activités préexistantes dans l'environnement du fait des retombées des essais nucléaires aériens et de l'accident de Tchernobyl.

⁶ Masson O., Piga D., Gurriaran R. et D'Amico D. 2010. Impact of an exceptional Saharan dust outbreak in France: PM10 and artificial radionuclides concentrations in air and in dust deposit. **Atmospheric Environment** 44(20): 2478-2486.

6.1.1.2.4. Autres sources

Au regard de la circulation hydrodynamique et du contexte nucléaire en Manche et en Mer du Nord, des radionucléides apportés par les embruns et les aérosols depuis la mer sur la frange littorale sont susceptibles d'être retrouvés dans l'environnement côtier au voisinage du CNPE de Flamanville. Ces radionucléides peuvent provenir des rejets des usines de traitement de combustibles usés ORANO de La Hague et des rejets d'effluents liquides d'autres INB côtières localisées à proximité (CNPE de Paluel, Penly et Gravelines). Dans une moindre mesure, des apports des rivières et fleuves, en particulier la Seine qui draine une région fortement industrialisée et nucléarisée (CNPE de Nogent-sur-Seine et nombreux hôpitaux et centres de recherche), ainsi que des rejets des usines de retraitement de Sellafield, des centrales anglaises de Winfrith et Dungeness et des dépôts de déchets de la fosse des Casquets de Sellafield en Angleterre, peuvent également être détectés.

6.1.1.3. RADIONUCLÉIDES AYANT UNE DOUBLE ORIGINE

Le carbone 14 et le tritium ont une double origine naturelle et artificielle. La distinction de la part produite naturellement de celle issue de l'activité industrielle nucléaire peut être évaluée grâce à :

- une bonne connaissance du terme source ;
- une bonne connaissance de l'activité de ces radionucléides dans les différentes matrices de l'environnement, en dehors de toute influence de rejets d'effluents radioactifs ;
- une stratégie d'étude adaptée qui porte sur des échantillons de même nature récoltés au même stade de développement, sous et hors vents dominants (hors et sous influence potentielle de l'installation nucléaire étudiée).

6.1.1.3.1. Tritium

Le tritium est produit naturellement par action des rayons (neutrons) cosmiques sur certains composants de l'air (azote, oxygène ou argon). L'inventaire permanent du tritium naturel est d'environ $1,3 \cdot 10^6$ TBq⁷ à l'échelle planétaire, avec une production annuelle de l'ordre de $7,2 \cdot 10^4$ TBq. Le bruit de fond qui en résulte, mesuré par l'activité volumique du tritium dans l'eau de pluie, est de l'ordre de 0,1 à 0,6 Bq/L.

En raison de ses propriétés physico-chimiques très similaires à celles de l'hydrogène, élément majeur de la biosphère notamment comme constituant de la molécule d'eau et de la matière organique, le tritium est présent dans toutes les matrices environnementales. Les mesures réalisées dans le cadre de la surveillance radioécologique des installations nucléaires permettent de distinguer le tritium présent dans l'eau tissulaire des organismes (« tritium libre » (HTO)) du tritium lié à la matière organique (« tritium organiquement lié » (TOL)). La première forme s'équilibre très rapidement dans toutes les matrices de l'environnement selon le cycle de l'eau et permet d'identifier un apport récent de tritium dans l'environnement. Le tritium organiquement lié reflète l'activité du radionucléide dans le milieu au moment de sa fixation à la matière organique, et apporte ainsi une information rétrospective « intégrée » des activités environnementales en tritium assimilées sur plusieurs semaines à plusieurs années.

⁷ TBq signifie Terabecquerels, soit 1012 Becquerels, le Becquerel étant l'unité de mesure d'activité des radionucléides du Système International, égale à une désintégration par seconde.

Entre 1945 et 1980, les essais nucléaires aériens ont disséminé à l'échelle mondiale environ $2,3 \cdot 10^8$ TBq de tritium. La quantité de tritium présente dans la biosphère a alors fortement augmenté. Le pic d'activité observé en 1963 traduit l'influence des apports liés aux retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens avec une valeur d'activité d'environ 500 Bq/L mesurée en France dans l'eau de pluie. La décroissance des activités en tritium dans les précipitations s'est faite de manière exponentielle. Du fait de la période radioactive relativement courte (12,3 ans) de ce radionucléide, il reste encore environ $1,3 \cdot 10^7$ TBq de tritium répartis dans les océans (90 %) et les eaux continentales (10 %). Sur la période de 2014 à 2016, les niveaux de tritium libre (HTO) dans les eaux de pluie en milieu continental en France métropolitaine ont varié entre $0,71 \pm 0,05$ et $1,4 \pm 0,1$ Bq/L.

Dans les autres matrices du milieu terrestre, les activités en tritium diminuent également depuis une quinzaine d'années. Les mesures de HTO et de TOL acquises de 2007 à 2012, en France métropolitaine hors influence potentielle d'un rejet tritié, pour des végétaux et des denrées (feuilles annuelles d'arbres, légumes, vins, viandes, laits) témoignent d'un bruit de fond moyen de $1,4 \pm 1,2$ Bq/L.

Dans le milieu aquatique marin, la gamme de valeurs entre 2014 et 2016 est comprise entre $0,20 \pm 0,01$ et $0,40 \pm 0,01$ Bq/L à l'entrée de la Manche. Néanmoins, des niveaux d'activité supérieurs à ce bruit de fond peuvent être rencontrés du fait des installations autorisées à rejeter du tritium. Ainsi, l'activité du HTO oscille entre 0,3 et 10 Bq/L dans la Manche et la Mer d'Irlande, du fait de l'influence des rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague en Manche, niveau d'activité auquel contribuent de manière plus discrète et locale les rejets de tritium des CNPE de la Manche.

6.1.1.3.2. Carbone 14

Le carbone est l'un des quatre éléments essentiels, avec l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, au développement de toute vie. Il est très majoritairement présent sous forme d'isotopes stables (carbone 12 \approx 99 % ; carbone 13 \approx 1 %). Le carbone 14, isotope radioactif présent à l'état de traces, est produit majoritairement par voie naturelle par capture des neutrons cosmiques par les noyaux de l'azote atmosphérique. Le stock de ^{14}C à l'échelle de la planète est à ce jour d'environ $1,27 \cdot 10^7$ TBq, dont 90 % sont contenus dans les profondeurs des océans. Outre cette origine naturelle, 2 % des stocks de ^{14}C sont issus des activités humaines.

Dans la nature, le ^{14}C existe principalement sous forme minérale (gaz carbonique ($^{14}\text{CO}_2$) dans l'atmosphère et carbonates dans l'eau), et sous forme organique suite à son assimilation dans les plantes au cours de la photosynthèse.

L'activité en ^{14}C , relativement constante au cours des derniers millénaires, a subi de grandes fluctuations depuis le début de l'ère industrielle. La constante augmentation des rejets de CO_2 , liée à l'utilisation de combustibles fossiles aux teneurs plus faibles en ^{14}C , a contribué à diminuer l'activité spécifique du ^{14}C présent dans l'atmosphère (effet de dilution isotopique généralement connu sous le nom de l'effet Suess). Au contraire, les rejets de ^{14}C d'origine humaine, essentiellement dus aux essais nucléaires aériens pratiqués entre 1945 et 1980 ($\approx 2 \cdot 10^5$ TBq), ont augmenté l'activité atmosphérique. Ainsi, l'activité en ^{14}C dans l'atmosphère est passée de 226 Bq/kg de carbone au milieu du XIX^e siècle à un maximum d'environ 400 Bq/kg de carbone dans les années 1960 suite aux essais nucléaires aériens. L'activité en ^{14}C dans l'atmosphère est en diminution depuis l'arrêt des essais nucléaires aériens.

En 2016, le niveau atmosphérique, de l'ordre de 230 Bq/kg de carbone⁸, continue à décroître en raison des phénomènes d'absorption par les eaux océaniques et de dilution par les émissions de carbone issues notamment de la combustion des combustibles fossiles. Dans l'environnement terrestre, l'activité spécifique en ¹⁴C diminue au cours du temps. Néanmoins, les mesures d'activité en ¹⁴C effectuées sur de des matrices végétales prélevées à proximité des CNPE français montrent une contribution locale des rejets d'effluents atmosphériques.

En milieu aquatique marin, les mécanismes de transfert du carbone 14 sont similaires à ceux du milieu dulçaquicole, bien que leurs cinétiques soient différentes. Le carbone 14 est en majorité sous forme minérale dissoute ; il s'incorpore à la matière organique des végétaux par photosynthèse et est transféré aux animaux via la chaîne trophique. Hors de l'influence directe d'une installation, les niveaux du carbone 14 sont proches de ceux observés en milieu terrestre. Près des points de rejets, l'équilibre entre les activités spécifiques de la matière organique et de l'eau de mer est rarement atteint en raison, notamment, d'une période de décroissance biologique (quelques semaines à quelques mois) du carbone dans les végétaux et animaux.

6.1.2. ÉTAT RADIOLOGIQUE À L'INTÉRIEUR DU CNPE

L'état radiologique à l'intérieur du périmètre du CNPE de Flamanville a été réalisé en s'appuyant sur les résultats des mesures réglementaires exportées sur le site internet du RNM et effectuées dans le cadre du contrôle et de la surveillance réglementaire à l'intérieur du périmètre du CNPE de Flamanville. Ces mesures sont réalisées à des fréquences courtes en cohérence avec l'objectif de surveillance, qui vise à déceler de manière précoce tout accroissement atypique de la radioactivité lié à l'exploitation des installations du CNPE. En conséquence, eu égard de la fréquence des mesures et des performances analytiques associées, la période de référence retenue correspond aux cinq dernières années [2015-2019] de la période d'analyse de l'état radiologique réalisé aux [Paragraphe 6.1.4](#) et [6.1.5](#) [2010-2019]. Les mesures portent sur :

- le compartiment atmosphérique : débit de dose gamma ambiant, activité bêta globale des poussières atmosphériques (aérosols), activité volumique du tritium dans l'air, activité bêta globale et tritium des eaux de pluie,
- les eaux souterraines : activité bêta globale et tritium.

Les stations de prélèvement et sondes de mesure (balises) considérées (Cf. [Figure 6.w](#) et [Figure 6.x](#)) fournissent des informations pour définir l'état radiologique du CNPE. Leur localisation, ainsi que le détail des mesures réalisées et leur périodicité, sont présentés au [Paragraphe 6.3](#).

Concernant la mesure du débit de dose gamma ambiant, le débit de dose moyen annuel mesuré à la station AS1 sur la période [2015-2019] est de 99,3 nSv/h (0,87 mSv/an). Cette valeur est à mettre en regard du bruit de fond dose gamma ambiant moyen du département de la Manche, évalué à 87 nSv/h (0,76 mSv/an)⁹. Par ailleurs, cette valeur est cohérente avec le bruit de fond national hors influence de toute installation compris entre 35 et 350 nSv/h (soit entre 0,307 et 3,07 mSv/an, données RNM)

L'activité bêta globale des poussières atmosphériques analysée à la station AS1 est inférieure en moyenne à 0,27 mBq/m³ sur la période [2015-2019].

⁸ IRSN, Novembre 2018. Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2015 à 2017. Rapport DG/2018-00006 351p.

⁹ IRSN – Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de juin 2011 à décembre 2014 – Figure 8 – page 49. Moyenne du débit de dose gamma ambiant par département sur la période de juillet 2011 à décembre 2012 (nSv/h).

L'activité volumique du tritium dans l'air, mesurée au niveau de la station AS1, est inférieure en moyenne à 0,17 Bq/m³. Dans l'eau de pluie prélevée au niveau de la station AS1, l'activité volumique bêta globale est inférieure en moyenne à 0,19 Bq/L et celle du tritium est inférieure en moyenne à 5,5 Bq/L.

L'activité volumique bêta globale des eaux souterraines filtrées des piézomètres est traitée au [Chapitre 5](#).

6.1.3. HISTORIQUE DES ÉTUDES RADIOÉCOLOGIQUES

La chronologie des études réalisées autour du CNPE de Flamanville est présentée sur la [Figure 6.a](#). Dans celle-ci apparaissent également les événements extérieurs (essais nucléaires aériens, accidents de Tchernobyl et de Fukushima) dont les retombées sont responsables d'une influence sur l'environnement au voisinage du CNPE.

L'historique des études radioécologiques concerne le fonctionnement du CNPE de Flamanville composé de deux réacteurs de 1 300 MWe de la filière des REP¹⁰ successivement mises en service en décembre 1985 (INB n° 108 – Flamanville 1) et juillet 1986 (INB n° 109 – Flamanville 2).

Un état de référence initial (ou point zéro) commandité par EDF est réalisé dans l'environnement proche du CNPE entre avril 1980 et avril 1982 afin de dresser un constat du niveau de radioactivité des eaux, des sols, des sédiments, des végétaux terrestres et marins et de quelques produits alimentaires au sein de l'environnement.

À partir de 1991, des suivis radioécologiques annuels sont réalisés par l'IPSN, devenu depuis 2002 IRSN, dans l'environnement proche du CNPE de Flamanville.

En 1996, soit environ 10 ans après le couplage au réseau des réacteurs, un premier Bilan radioécologique Décennal (BD) est mené. Ce bilan visait à évaluer de façon plus fine l'activité des radionucléides dans l'environnement terrestre et aquatique au voisinage du CNPE en recherchant des radionucléides non rejetés par les installations du site.

Deux autres bilans décennaux ont été réalisés en 2006 et 2017 afin de rendre compte de l'évolution radiologique de l'environnement au voisinage du CNPE de Flamanville depuis le premier bilan décennal.

Les études utilisées pour établir l'état radiologique de l'environnement terrestre et aquatique au voisinage du CNPE de Flamanville ont été réalisées entre 1980 (état de référence initial) et 2019. Afin de décrire l'évolution de cet état radiologique, quatre périodes sont considérées :

- L'état de référence initial [1980-1982].
- La première période [1991-1999] prenant en compte le bilan décennal de 1996 et les suivis radioécologiques annuels.
- La deuxième période [2000-2009] prenant en compte le bilan décennal de 2006 et les suivis radioécologiques annuels. Cette période correspond à la mise en place d'un suivi annuel du tritium libre dans le lait de vache et l'eau de boisson, ainsi que dans les algues marines entre 2000 et 2007.
- La troisième période [2010-2019] prenant en compte les suivis radioécologiques annuels et le bilan décennal de 2017. Cette période correspond à la période de référence analysée dans le cadre de ce dossier.

¹⁰ REP : Réacteur à Eau pressurisée.

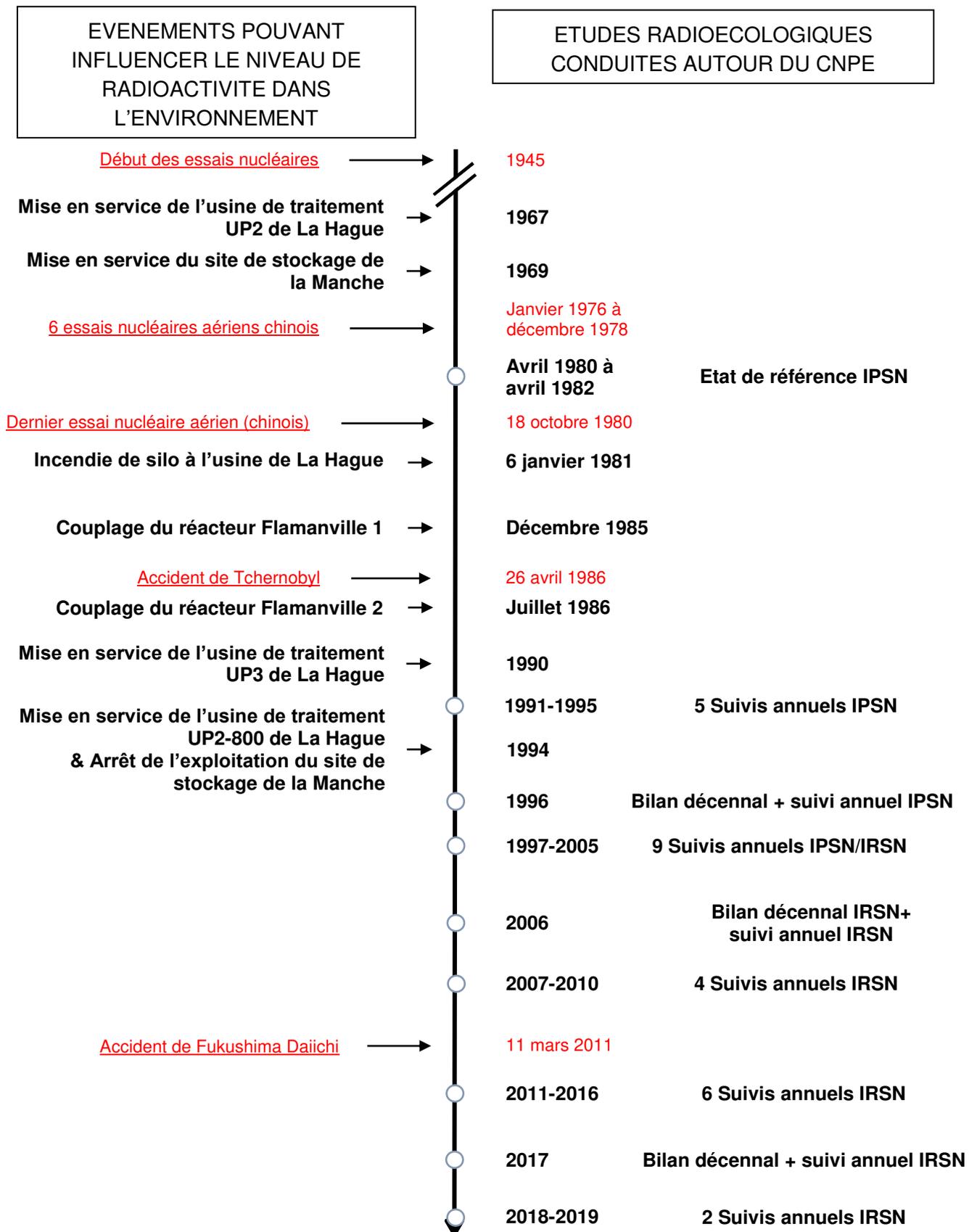


Figure 6.a : Chronologie des principaux événements et études radiologiques réalisées dans l'environnement du CNPE de Flamanville

6.1.4. ÉTAT RADIOLOGIQUE DU MILIEU TERRESTRE

Les études utilisées pour établir l'état radiologique actuel de l'environnement terrestre sont réalisées entre 2010 et 2019. Elles portent sur une diversité d'échantillons et d'analyses de radioactivité qui permettent une vision précise de l'état radiologique de l'environnement terrestre grâce à des mesures « bas bruit de fond » permettant de détecter des radionucléides à un niveau de performance analytique élevé (à l'état de traces).

Afin de pouvoir apprécier l'influence potentielle des rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère émis par le CNPE de Flamanville, les stations de prélèvements de l'environnement terrestre (Cf. Figure 6.c) sont choisies selon la rose des vents (Cf. Figure 6.b), dans un rayon d'environ 17 km qui comprend :

- des communes situées sur une frange proche de la côte à proximité du CNPE (rayon de 5 km) et dans les secteurs nord à est-sud-est sous les vents dominants de secteur sud à ouest-nord-ouest, en zones potentiellement influencées par les rejets d'effluents à l'atmosphère du CNPE (ou ZI) ;
- des communes situées dans les secteurs sud-est à sud-sud-est hors vents dominants, en zones non influencées par les rejets d'effluents à l'atmosphère (ou ZNI).

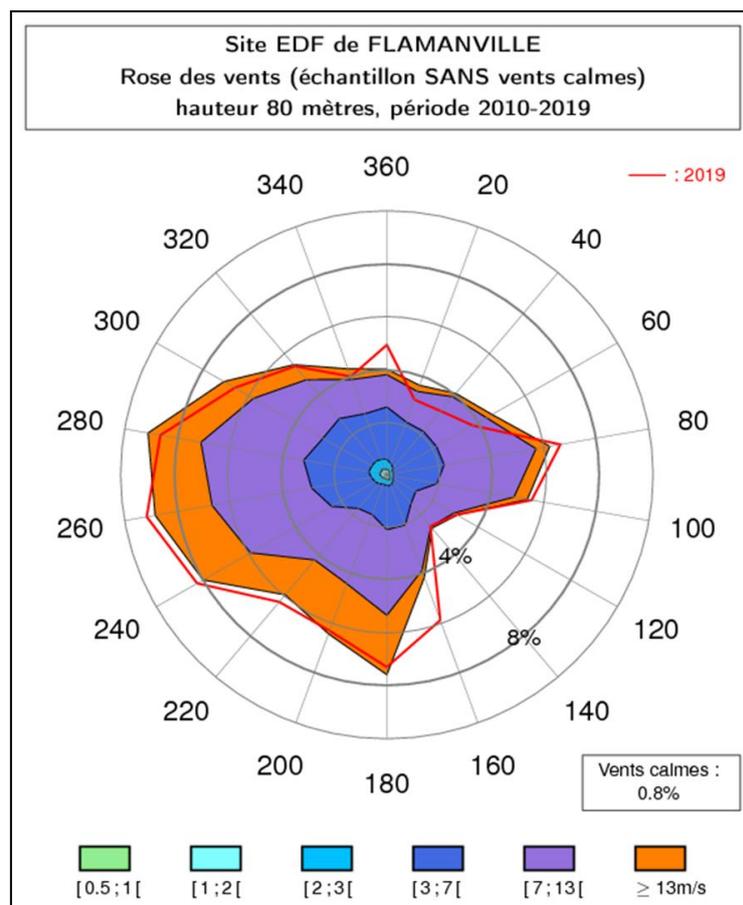


Figure 6.b : Rose des vents du CNPE de Flamanville période [2010-2019]

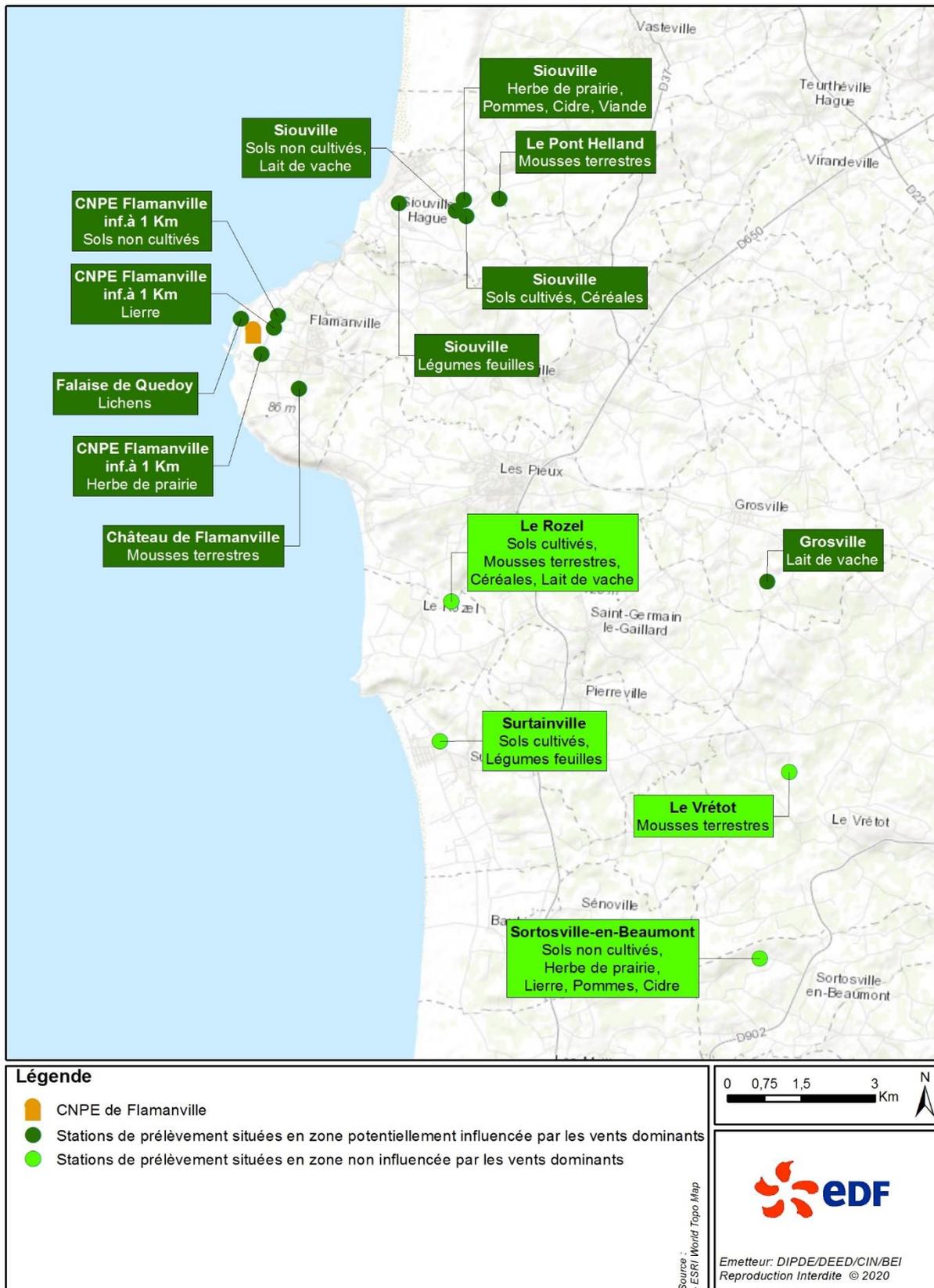


Figure 6.c : Localisation des stations de prélèvements dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville entre 2010 et 2019

6.1.4.1. SYNTHÈSE DES PRINCIPALES ÉTUDES RADIOÉCOLOGIQUES RÉALISÉES DANS L'ENVIRONNEMENT TERRESTRE AU VOISINAGE DU CNPE AVANT 2010

Afin de mettre en perspective par la suite le résultat de l'analyse de l'état radiologique actuel de l'environnement terrestre au voisinage du CNPE, cette partie présente succinctement les conclusions des principales études menées avant la période de référence de cette analyse [2010-2019].

L'exploitation des mesures de radioactivité nécessite de distinguer les radionucléides produits naturellement dans l'environnement de ceux produits artificiellement lors de réactions nucléaires de fission ou d'activation (essais atmosphériques, accidents nucléaires, effluents radioactifs industriels ou hospitaliers). Dans un souci de simplification, les résultats concernant les radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle ne sont pas détaillés pour les périodes antérieures à 2010 (à l'exception de l'état de référence), bien que la radioactivité présente dans l'environnement soit majoritairement d'origine naturelle.

Il n'est pas fait mention des analyses réalisées sur les boues de stations d'épuration dans le présent chapitre, celles-ci se formant par ruissellement de l'eau sur les sols, il n'est pas possible de déterminer l'origine des radionucléides présents dans les boues.

6.1.4.1.1. État de référence initial (ou point zéro) radioécologique [1980-1981]

Avant la mise en service des réacteurs 1 et 2 du CNPE de Flamanville, un constat du niveau de radioactivité des sols, des végétaux terrestres et de quelques produits alimentaires est dressé dans l'environnement proche du site entre avril 1980 et décembre 1981. Les résultats obtenus lors de cette étude montrent que :

La radioactivité gamma (γ) est majoritairement d'origine naturelle, soit tellurique due au **potassium 40**, au **radium 226** ou aux descendants des familles du **thorium 232** et de l'**uranium 238**, soit cosmique due au **béryllium 7**. Le potassium 40, majoritaire en termes d'activité, est détecté dans toutes les matrices où il est cherché, c'est-à-dire, les sols, les herbes de prairie, l'ensilage, le fourrage, les légumes¹¹, le fromage, le lait de vache et le cidre (de 15 à 3 150 Bq/kg sec dans les sols et les végétaux cultivés, de 19,2 à 40,7 Bq/kg frais dans le fromage et de 23 à 57 Bq/L dans le cidre et le lait). Le radium 226 et les descendants des familles du thorium 232 et de l'uranium 238 sont retrouvés dans ces matrices mais à des fréquences et niveaux d'activité moindres. Le béryllium 7 n'est détecté que dans les végétaux cultivés (herbes de prairie, fourrage, ensilage et salades).

¹¹ Lors de l'état de référence initial, plusieurs types de légumes ont été analysés : carottes et salades. Les résultats concernant tous ces légumes sont cités au [Paragraphe 6.1.4.1.1](#) concernant l'état de référence. Par la suite, pour permettre la comparaison entre les résultats de l'état de référence et ceux de la période considérée dans ce rapport [2010-2019] au cours de laquelle seuls des légumes feuilles (salades et feuilles de betteraves) ont été analysés, seuls les résultats concernant ces derniers sont reportés. Cette matrice est alors nommée « légumes feuilles » dans le texte et les graphes s'y reportant.

La **radioactivité gamma (γ) d'origine artificielle** est principalement due au **césium 137** avec une présence systématique dans les légumes, l'ensilage et le cidre, et quasi-systématique dans les sols, les herbes de prairie, le fourrage, le fromage et le lait (de 0,4 à 120 Bq/kg sec dans les sols, les légumes, les herbes de prairie, l'ensilage et le fourrage, de 0,14 à 0,32 Bq/kg frais dans le fromage et de 0,035 à 0,75 Bq/L dans le lait et le cidre). La présence de ce radionucléide a pour origine les retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens. Il est accompagné de **cérium 144** et de **niobium 95** dans les sols cultivés et les salades, ainsi que de **césium 134**, **ruthéniums 103 et 106**, **américium 241**, **manganèse 54**, **antimoine 125**, **cériums 141 et 144**, **niobium 95 et zirconium 95** dans les herbes de prairie et les fourrages. Ces radionucléides sont des marqueurs spécifiques de l'essai nucléaire aérien chinois du 16 octobre 1980. La présence de césium 134, absent des retombées des essais nucléaires aériens, est due aux retombées de l'incendie de silo de l'usine de retraitement de La Hague survenu le 6 janvier 1981. Cet événement est également une source de césium 137.

L'**activité bêta (β) totale** dans l'ensemble des matrices prospectées est conforme aux niveaux usuels mesurés dans l'environnement d'autres sites à cette époque, marqués néanmoins par les retombées de l'essai nucléaire aérien chinois du 16 octobre 1980 et l'incendie de silo de l'usine de La Hague.

Le **strontium 90** est mesuré dans tous les prélèvements (les sols, les herbes de prairie, les fourrages et l'ensilage, les légumes, le fromage et le lait de vache), à l'exception du cidre (activité inférieure au seuil de décision analytique), à des activités massiques (de 1,2 à 78 Bq/kg sec dans les sols et les végétaux cultivés, de 0,66 à 1,77 Bq/kg frais dans le fromage et de 0,08 à 0,4 Bq/L dans le lait) conformes aux valeurs habituellement mesurées dans des milieux terrestres soumis uniquement aux essais nucléaires aériens.

Le **tritium libre (HTO)** est détecté de manière systématique dans le fromage et le cidre et sporadiquement dans les légumes et le lait de vache lors de l'état de référence¹² (entre 0,8 à 37 Bq/L d'eau de déshydratation dans le lait et le cidre). Le tritium organiquement lié et le carbone 14 ne sont pas mesurés lors de l'état de référence, ce type d'analyse était moins maîtrisé à ce moment (début des années 1980).

Lors de l'état de référence, la radioactivité d'origine artificielle dans l'environnement terrestre est principalement due à la présence de césiums 137 et 134, de ruthéniums 103 et 106, d'antimoine 125, de cériums 141 et 144, d'américium 241, de manganèse 54, de niobium 95, de zirconium 95, de tritium libre et de strontium 90 issus des retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens, notamment de l'essai nucléaire chinois du 16 octobre 1980, et de l'incendie de silo de l'usine de retraitement de La Hague du 6 janvier 1981. À noter que cet état de référence initial n'est pas représentatif d'une situation normale du fait de ces deux événements qui ont perturbé les niveaux de radioactivité du milieu terrestre.

¹² Les niveaux d'activité en tritium libre (HTO) mesurés lors de l'état de référence et reportés dans le bilan décennal de 1996 sont exprimés en Bq/kg sec dans les carottes et en Bq/kg frais dans le fromage. Ces données ne sont donc pas exploitables dans l'état car elles ne peuvent pas être comparées à celles mesurées lors de la période de référence [2010-2019] au cours de laquelle les données en HTO sont exprimées en Bq/L d'eau de déshydratation.

6.1.4.1.2. Première période [1991-1999]

Les **radionucléides émetteurs gamma (γ)** sont **principalement d'origine naturelle** avec des mesures d'activité cohérentes avec celles obtenues lors de l'état de référence initial. La **radioactivité gamma (γ) d'origine naturelle** est stable depuis l'état de référence.

La **radioactivité gamma (γ) d'origine artificielle** est due essentiellement au **césium 137**, détecté de manière systématique dans les sols, les mousses terrestres, les lichens, quasi-systématique dans les légumes feuilles et à des fréquences moindres dans certains végétaux cultivés (herbes de prairie, céréales et fruits) et le lait de vache. Les activités mesurées (de 0,23 à 63 Bq/kg sec dans les sols et les végétaux et de 0,04 à 0,16 Bq/L dans le lait) sont comparables entre les zones sous et hors vents dominants. Le césium 137 n'est pas détecté dans les produits alimentaires transformés (fromage et cidre) sur cette période. La présence de césium 137, à des activités globalement inférieures à celles mesurées lors de l'état de référence initial, met en évidence l'influence des retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens et celles de l'accident de Tchernobyl. Ce radionucléide est accompagné de traces de cobalt 60 dans des échantillons de sols cultivés prélevés en zone hors vents dominants mais amendés à l'aide d'algues prélevées à la côte. Des traces de cobalt 60 sont également observées ponctuellement dans le lait (en 1993), les céréales (en 1995), les mousses terrestres (en 1992 et 1995) et dans les lichens prélevés en bordure de falaise. Des traces d'américium 241 dans les salades et de **césium 134, américium 241, ruthénium 106, manganèse 54 et europium 154** sont également mesurées ponctuellement dans les lichens. Ces radionucléides proviennent d'effluents liquides rejetés en milieu marin (par le CNPE ou par l'usine de retraitement de La Hague) et dispersés dans l'environnement terrestre par les embruns ou via l'amendement des sols cultivés par des algues. En effet, la détection de radionucléides rejetés uniquement par l'usine de retraitement d'ORANO La Hague (comme l'américium 241 et le ruthénium 106) permet de préciser l'origine principale des radionucléides artificiels émetteurs gamma détectés dans le milieu terrestre. Aucune influence des radionucléides émetteurs gamma présents dans les rejets d'effluents à l'atmosphère du CNPE de Flamanville sur l'environnement n'est mise en évidence.

Le **strontium 90**, recherché à l'occasion du bilan décennal de 1996, est détecté systématiquement dans la totalité des matrices analysées (les fruits, les herbes de prairie, les mousses et le lait de vache), à l'exception de l'échantillon de lichens. Absent des rejets d'effluents du CNPE de Flamanville, les activités mesurées (de 0,26 à 4,6 Bq/kg sec dans les végétaux et de 0,22 à 0,26 Bq/L dans le lait) permettent d'attribuer l'origine de ce radionucléide aux retombées des essais nucléaires aériens.

Le tritium libre (HTO), tritium organiquement lié (TOL) et le carbone 14 ne sont pas recherchés sur cette période, les protocoles de mesure étant moins bien maîtrisés qu'aujourd'hui.

Les **radionucléides émetteurs alpha** (plutonium 238, plutonium 239+240 et américium 241) sont mis en évidence lors du bilan décennal de 1996, à l'état de traces dans les sols non cultivés, les herbes de prairie, les mousses, les lichens et le lait. Dans les sols et les mousses terrestres, les rapports isotopiques $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ (compris entre 0,04 et 0,06) et $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$ (compris entre 0,25 et 0,52), indiquent globalement que ces radionucléides proviennent des retombées anciennes issues des essais nucléaires aériens. Néanmoins, dans l'échantillon de lichen prélevé en bord de falaise, l'activité en plutonium 238, élevée par rapport à celle du plutonium 239+240, entraîne un rapport isotopique $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ de $0,30 \pm 0,03$, caractéristique de l'influence des rejets liquides de l'usine de retraitement de La Hague (apport marin par les embruns). Les rapports isotopiques calculés pour les échantillons d'herbes de prairie et de lait sont inexploitable compte-tenu des faibles niveaux d'activité mesurés et des fortes incertitudes de mesure associées (entre $0,11 \pm 0,09$ et $0,95 \pm 0,88$).

Sur la période [1991-1999], la radioactivité d'origine artificielle dans l'environnement terrestre est principalement due à la présence de césiums 134 et 137, strontium 90 et de transuraniens, issus des retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens et, pour les radiocésiums uniquement, de l'accident de Tchernobyl. Des traces de transuraniens, de cobalt 60 dans les sols, les céréales, les mousses, les lichens et le lait, d'américium 241 dans les légumes et les lichens et de ruthénium 106, de manganèse 54 et d'europium 154 dans les lichens, détectées dans l'environnement terrestre sont probablement dues à une influence des rejets d'effluents dans le milieu marin de l'usine d'ORANO. Pour certains radionucléides, une influence du CNPE de Flamanville via les embruns ne peut être exclue. Aucune influence des radionucléides émetteurs gamma présents dans les rejets d'effluents à l'atmosphère du CNPE de Flamanville sur l'environnement n'est mise en évidence.

6.1.4.1.3. Deuxième période [2000-2009]

Les radionucléides émetteurs gamma (γ) sont principalement d'origine naturelle avec des mesures d'activité cohérentes avec celles obtenues lors de l'état de référence initial. La radioactivité gamma (γ) d'origine naturelle est stable depuis l'état de référence.

La radioactivité gamma (γ) d'origine artificielle est due principalement au césium 137 qui est détecté de manière systématique dans les sols, les lichens et le cidre, quasi-systématiquement dans les légumes feuilles, les mousses terrestres et le lait puis à une fréquence moindre dans les herbes de prairie. Il n'a pas été détecté dans les céréales et les fruits (activités inférieures aux seuils de décision analytiques). Les activités mesurées sous et hors vents dominants sont globalement du même ordre de grandeur. Dans toutes les matrices échantillonnées, les valeurs mesurées sont en nette diminution (de 0,08 à 12 Bq/kg sec dans les sols et les végétaux et de 0,00010 à 0,06 Bq/L dans le lait et le cidre) par rapport aux résultats de mesure de la première période. Ces éléments permettent de conclure quant à l'origine du césium 137 : les essais nucléaires aériens et l'accident de Tchernobyl. La baisse des niveaux observés s'explique par l'éloignement dans le temps de ces événements qui en sont à l'origine. La présence de ce radionucléide s'accompagne quasi-systématiquement de traces de cobalt 60 dans les lichens et une année (2006) d'iode 129 dans les mousses et les lichens et d'américium 241 dans les lichens. La présence de ces radionucléides est liée à l'influence, via les embruns marins, de l'usine de retraitement de La Hague, cependant, une contribution des rejets de cobalt 60 du CNPE de Flamanville dans l'environnement terrestre ne peut être exclue.

Le strontium 90 est recherché à l'occasion du bilan décennal de 2006 dans les herbes de prairie, les mousses terrestres, les lichens, les fruits, le lait de vache et le cidre, où il est détecté systématiquement. Absent des rejets d'effluents du CNPE de Flamanville, les activités mesurées (de 0,09 à 13,5 Bq/kg sec dans les végétaux et de 0,0046 à 0,10 Bq/L dans le lait et le cidre) permettent d'attribuer l'origine de ce radionucléide aux retombées des essais nucléaires aériens.

Le tritium libre (HTO) est recherché annuellement dans le lait prélevé en zones sous les vents dominants entre 2000 et 2009. Les activités mesurées dans cette matrice varient de 1,2 à 2,4 Bq/L d'eau de déshydratation. À l'occasion du bilan décennal de 2006, le tritium libre est également recherché dans les sols non cultivés, les herbes de prairie, le lierre et les fruits. Dans ces matrices, les activités mesurées sont comprises entre 0,9 et 4,4 Bq/L d'eau de déshydratation. Ces niveaux d'activités sont du même ordre de grandeur que ceux attendus dans des zones hors influence industrielle à cette période. Néanmoins, l'un des deux échantillons de lierre prélevé sous les vents dominants présente une activité en HTO ($4,4 \pm 0,8$ Bq/L d'eau de déshydratation) légèrement supérieure à celle mesurée hors vents ($2,6 \pm 0,8$ Bq/L d'eau de déshydratation). Une contribution des rejets d'effluents atmosphériques du CNPE de Flamanville ne peut être exclue.

Le **tritium organiquement lié (TOL)** est recherché lors du bilan décennal de 2006 dans les sols non cultivés, les herbes de prairie, le lierre, les fruits et le lait. Il est détecté de manière systématique dans ces matrices, à l'exception des sols non cultivés (activités inférieures aux seuils de décision

analytiques). Les activités mesurées, comprises entre 1,8 et 3,1 Bq/L d'eau de combustion, ne présentent aucune différence significative entre les zones sous et hors vents dominants et sont du même ordre de grandeur que les niveaux attendus dans des zones hors influence industrielle à cette période.

Le **carbone 14** fait l'objet de mesures lors du bilan décennal de 2006 dans les sols non cultivés, les herbes de prairie, le lierre, les fruits et le lait. Compte-tenu des incertitudes de mesure, les activités, comprises entre 235 ± 2 et 253 ± 18 Bq/kg de carbone ne présentent pas de différence significative entre les zones sous et hors vents dominants et sont du même ordre de grandeur que le bruit de fond hors influence industrielle à cette période (~ 240 Bq/kg de carbone en 2006¹³).

Le nickel 63 est recherché lors du bilan décennal de 2006 dans les sols non cultivés. Toutes les activités mesurées sont inférieures aux seuils de décision analytiques ($< 0,7$ Bq/kg sec).

Les **radionucléides émetteurs alpha** (plutonium 238, plutonium 239+240, américium 241 et curium 244) sont mis en évidence lors du bilan décennal de 2006 dans les sols non cultivés, les herbes de prairie, les mousses terrestres, les lichens et le lait. Les rapports isotopiques $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ (compris entre 0,03 et 0,05) et $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$ (compris entre 0,38 et 0,9), lorsqu'ils sont calculables, indiquent que ces radionucléides proviennent des retombées des essais nucléaires aériens d'autant qu'ils sont absents des rejets d'effluents du CNPE de Flamanville. Pour le lichen prélevé en bord de falaise, les rapports sont respectivement 0,30 et 2,78 traduisant l'influence marine des apports par les embruns marqués par les rejets de l'usine de traitement des combustibles usés de La Hague.

Sur la période [2000-2009], la radioactivité d'origine artificielle dans l'environnement terrestre au voisinage du CNPE de Flamanville est principalement due à la présence de césium 137, tritium (libre et organiquement lié), carbone 14, strontium 90 et transuraniens, issus des retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens et de l'accident de Tchernobyl. La présence de traces de cobalt 60, d'américium 241 et d'iode 129 est reliée majoritairement aux rejets de l'usine de retraitement de La Hague, même si une contribution des rejets d'effluents atmosphériques du CNPE de Flamanville ne peut être exclue dans le cas du cobalt 60.

¹³ Roussel-Debet S., 2014. Données utiles à l'interprétation des mesures de carbone 14 en milieu terrestre. Radioprotection, 49(1): 49 - 54.

6.1.4.2. ANALYSE DE L'ÉTAT RADIOLOGIQUE ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT TERRESTRE AU VOISINAGE DU CNPE [2010-2019]

Cette partie décrit l'état radiologique actuel de l'environnement terrestre au voisinage du CNPE de Flamanville. Les résultats acquis dans l'environnement terrestre sur la période [2010-2019] sont comparés à ceux acquis lors de l'état de référence initial établi avant la construction du CNPE. Les résultats concernant les radionucléides artificiels sont présentés sous forme de graphiques. Néanmoins, certaines informations (en particulier les détections ponctuelles ou matrices pour lesquelles peu d'analyses ont été réalisées ou pour lesquelles toutes les activités mesurées sont inférieures au seuil de décision) peuvent être uniquement reportées dans le texte associé au graphique.

Pour les radionucléides d'origine naturelle, compte-tenu de l'absence d'évolution de la radioactivité naturelle au cours des études antérieures, les résultats des échantillons prélevés sous et hors vents dominants sont regroupés. De même, pour l'état de référence initial (ou point zéro), établi avant la construction du CNPE, les valeurs présentées correspondent à l'étendue des activités alors mesurées dans l'environnement.

En revanche, pour les radionucléides artificiels, les résultats collectés sous et hors vents dominants sur la période [2010-2019] sont présentés distinctement de façon à mettre en évidence une éventuelle influence des rejets d'effluents atmosphériques du CNPE sur l'environnement proche.

6.1.4.2.1. Radionucléides émetteurs Gamma

6.1.4.2.1.1. Radionucléides émetteurs γ d'origine naturelle

Les radionucléides d'origine naturelle, présents dans les différentes matrices de l'environnement terrestre au voisinage du CNPE de Flamanville, sont d'origine cosmique (^7Be) et tellurique (potassium 40, familles du thorium 232 et de l'uranium 238).

La radioactivité d'origine naturelle des matrices échantillonnées sur la période considérée [2010-2019] est du même ordre de grandeur que lors des études précédentes et l'état de référence initial. Elle est essentiellement liée au **potassium 40**, détecté par activité massique décroissante dans les légumes feuilles, les herbes de prairie, les mousses, les sols, les céréales, la viande, les fruits, les lichens, la crème (de 67 ± 8 à $2\,740 \pm 270$ Bq/kg sec) et le cidre (de $19,7 \pm 1,9$ à $33,7 \pm 3,3$ Bq/L), ce principalement en raison de l'apport d'engrais potassiques sur les productions agricoles. Les activités mesurées sont conformes aux valeurs observées en France métropolitaine. Dans le lait de vache, le potassium 40 est toujours proche de 40 – 50 Bq/L, quels que soient l'année ou le lieu du prélèvement.

Le **béryllium 7** est présent principalement dans les végétaux (de $1,7 \pm 0,3$ à $1\,230 \pm 70$ Bq/kg sec) dont la surface foliaire est propice à la captation des retombées atmosphériques.

Il ressort de cette analyse que les niveaux de radioactivité gamma d'origine naturelle sont stables dans l'environnement terrestre au voisinage du CNPE depuis l'état de référence initial (ou point zéro).

6.1.4.2.1.2. Radionucléides émetteurs γ d'origine artificielle

Durant la période [2010-2019], le **césium 137** est le principal radionucléide émetteur gamma d'origine artificielle qui soit détectable dans l'environnement terrestre au voisinage du CNPE.

Ainsi, comme le montre la [Figure 6.d](#), le **césium 137** est systématiquement détecté dans les sols, les mousses terrestres et les lichens, à des activités massiques supérieures aux autres matrices (herbes de prairie et légumes feuilles) pour lesquelles la fréquence de détection est également plus faible. Ce radionucléide est également détecté à l'état de traces et de manière sporadique dans les céréales et la viande (de 0,070 à 0,111 Bq/kg sec dans ces deux matrices). Dans les fruits, le césium 137 n'est pas détecté (valeurs mesurées inférieures aux seuils de décision analytiques).

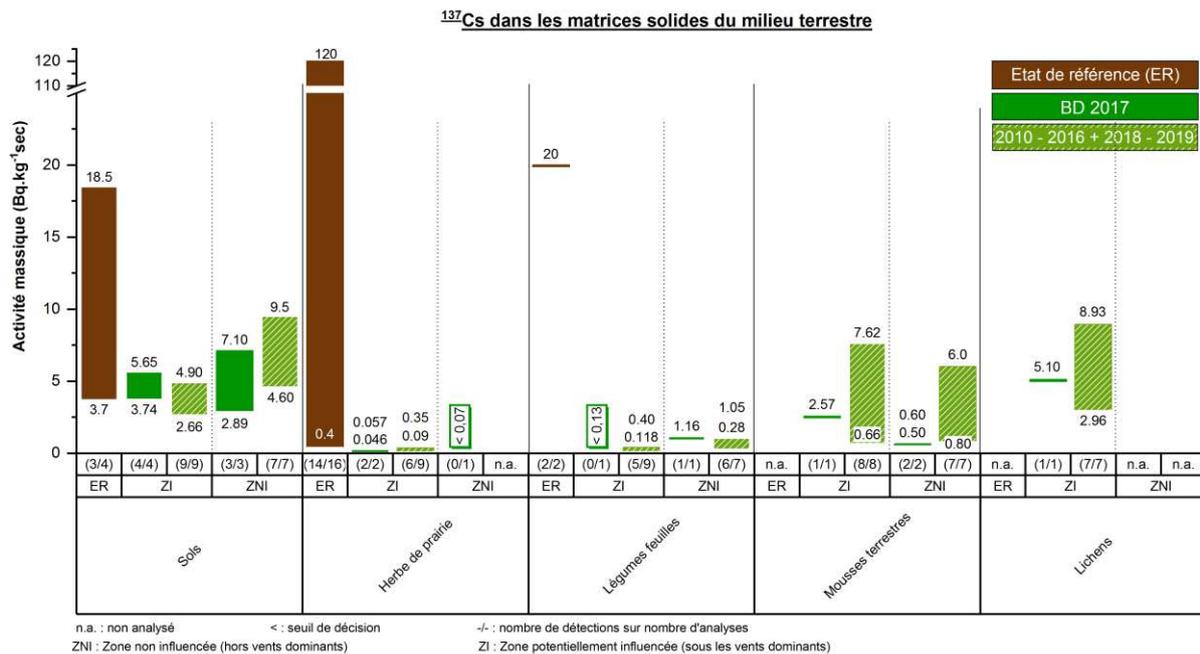


Figure 6.d : Activités massiques (maximale et minimale) en césium 137 dans les matrices solides du milieu terrestre prélevées en zone hors vents dominants (ZNI) et en zone sous les vents dominants (ZI)

Dans le lait de vache et le cidre, il est détecté à des activités inférieures à 0,02 Bq/L (Cf. [Figure 6.e](#)).

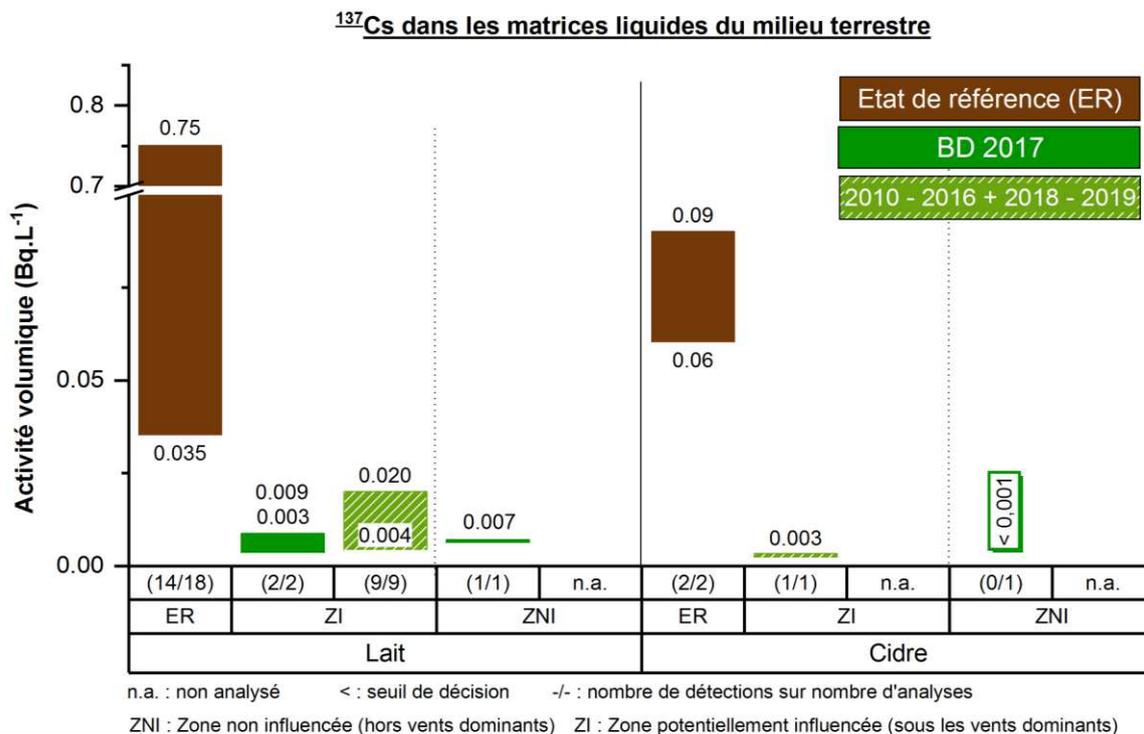


Figure 6.e : Activités volumiques (maximale et minimale) du césium 137 dans le lait prélevé en zone hors vents dominants (ZNI) et en zone sous les vents dominants (ZI)

Les [Figure 6.d](#) et [Figure 6.e](#) montrent également que les activités mesurées en césium 137 sur la période [2010-2019] sont du même ordre de grandeur que les prélèvements soient situés en zones hors ou sous les vents dominants. Par ailleurs, ces deux figures montrent que les niveaux d'activité du césium 137 sont en baisse dans les sols, les herbes de prairie, les légumes feuilles, le lait de vache et le cidre depuis l'état de référence. Ces éléments permettent de conclure quant à l'origine du césium 137 : les essais nucléaires aériens et l'accident de Tchernobyl sont à l'origine de la détection de ce radionucléide dans les matrices de l'environnement terrestre au voisinage du CNPE de Flamanville.

Des traces de **cobalt 60** sont mesurées dans un échantillon de lichen prélevé en 2010 sur les falaises en bord de mer ($0,64 \pm 0,31$ Bq/kg sec). La présence de ce radionucléide à proximité du CNPE de Flamanville est liée aux rejets d'effluents liquides de l'usine de retraitement de La Hague, transportés sur la frange littorale côtière via les embruns marins. Même si les niveaux d'activité rejetés par l'usine de La Hague sont environ 1 000 fois supérieurs à ceux rejetés par le CNPE de Flamanville, une contribution des rejets de cobalt 60 du CNPE de Flamanville dans l'environnement terrestre ne peut cependant être totalement exclue.

Du **césium 134** est détecté en 2011 dans un échantillon de lait prélevé en zone sous les vents dominants ($0,01 \pm 0,002$ Bq/L). La présence de ce radionucléide est liée aux retombées atmosphériques de l'accident nucléaire de Fukushima survenu cette année-là.

Les activités des autres radionucléides artificiels recherchés (cobalts 58 et 60, argent 110 métastable, manganèse 54, iodes 129 et 131, antimoinés 124 et 125) sont inférieures aux seuils de décision analytiques.

Il ressort de cette analyse que les niveaux de radioactivité des émetteurs gamma (γ) d'origine artificielle sont en décroissance dans l'environnement terrestre au voisinage du CNPE depuis l'état de référence du fait de l'éloignement dans le temps des retombées atmosphériques globales (essais nucléaires et accident de Tchernobyl). Des traces de cobalt 60 et de césium 134 sont détectées au cours de la période [2010-2019]. Le césium 134, mesuré ponctuellement en 2011 trouve son origine dans l'accident de Fukushima survenu cette année-là. La présence de cobalt 60 est liée majoritairement aux rejets d'effluents liquides de l'usine de retraitement de La Hague, transportés via les embruns marins. Une contribution des rejets d'effluents atmosphériques du CNPE de Flamanville à la présence de traces de ce radionucléide dans l'environnement terrestre ne peut cependant être totalement exclue.

6.1.4.2.2. Radionucléides émetteurs Bêta

À l'occasion du bilan décennal de 2017, les principaux radionucléides émetteurs bêta (tritium libre et organiquement lié, carbone 14 et strontium 90) ont fait l'objet d'une recherche spécifique dans la majorité des matrices de l'environnement terrestre (herbes de prairie, céréales, légumes feuilles, fruits, lierre et lait de vache). Lors des suivis annuels, le tritium et le carbone 14, présents dans les rejets du CNPE ont été suivis dans les matrices les plus adaptées.

6.1.4.2.2.1. Tritium

Le **tritium libre (HTO)** fait l'objet d'un suivi annuel depuis 2010 dans le lait, 2015 dans les légumes feuilles et 2016 dans le lierre. Il est également recherché dans les herbes de prairies en 2015 et 2016. Lors du bilan décennal de 2017, il est recherché dans les herbes de prairie.

Les valeurs acquises sur la période [2010-2019] (Cf. [Figure 6.f](#)), inférieures à 3 Bq/L d'eau de déshydratation, sont cohérentes avec les niveaux mesurés en France métropolitaine hors influence de tout rejet d'industrie nucléaire ($1,4 \pm 1,2$ Bq/L d'eau de déshydratation pour les feuilles annuelles d'arbres, les légumes, le vin, la viande et le lait¹⁴), à l'exception de valeurs ponctuelles supérieures mesurées dans les herbes de prairie en 2016 et 2017 ($7,2 \pm 0,8$ et $8,8 \pm 0,8$ Bq/L d'eau de déshydratation, respectivement) et dans le lierre entre 2016 et 2018 (de $3,5 \pm 0,6$ à $9,3 \pm 0,9$ Bq/L d'eau de déshydratation) prélevés à proximité immédiate du CNPE (< 1 km). Ces valeurs sont également supérieures aux valeurs mesurées dans ces mêmes matrices prélevées hors vents dominants. Ces résultats sont liés aux rejets tritiés du CNPE de Flamanville.

¹⁴ IRSN, juillet 2017. Actualisation des connaissances acquises sur le tritium dans l'environnement. PRP-ENV/SERIS/2017-00004, 76p.

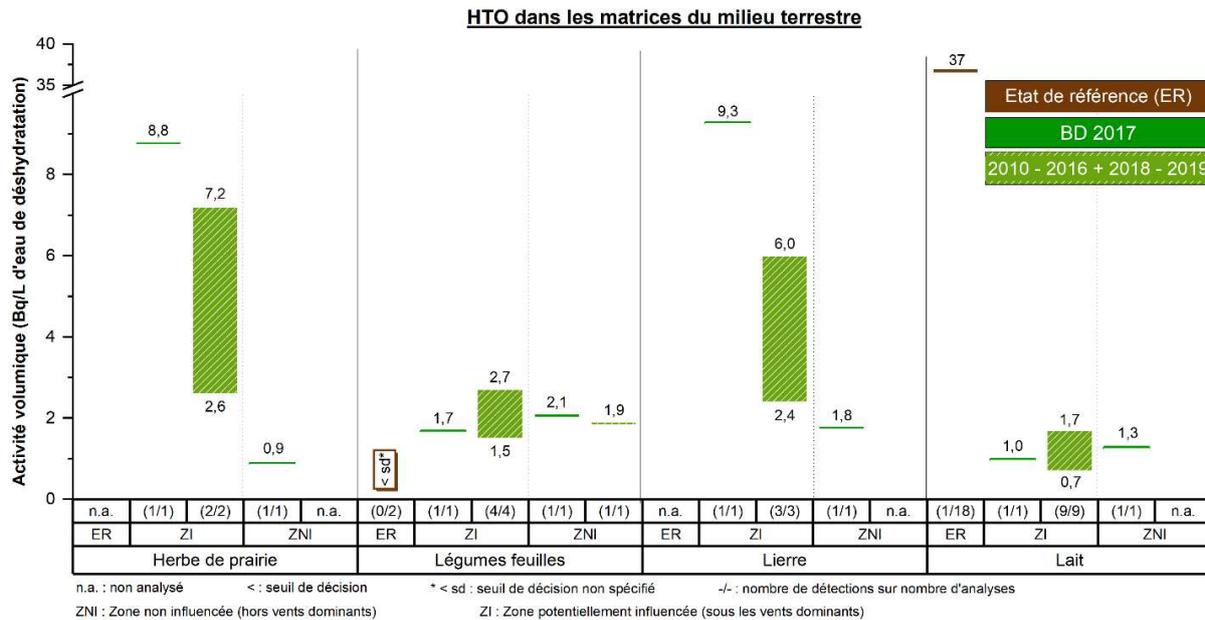


Figure 6.f : Activités volumiques du tritium libre (HTO) dans les matrices de l'environnement terrestre prélevées en zones hors vents dominants (ZNI) et zones sous les vents dominants (ZI)

L'activité en **tritium organiquement lié (TOL)** fait l'objet d'un suivi annuel depuis 2012 dans le lait de vache, depuis 2015 dans les légumes feuilles et depuis 2017 dans le lierre. Elle est également mesurée lors du bilan décennal de 2017 dans les herbes de prairie, les céréales et les fruits. Le tritium organiquement lié est détecté de manière systématique dans l'ensemble des matrices, à l'exception d'un échantillon de lait, à des activités comprises entre 0,9 et 6,3 Bq/L d'eau de combustion (Figure 6.g).

Compte-tenu des incertitudes de mesure, l'ensemble des valeurs acquises sur la période [2010-2019] est dans la gamme de valeurs mesurées en France métropolitaine hors influence de tout rejet d'industrie nucléaire ($1,4 \pm 1,2$ Bq/L d'eau de combustion pour les feuilles annuelles d'arbres, les légumes, le vin, la viande et le lait), à l'exception d'un échantillon d'herbes de prairie prélevé en 2017 ($5,2 \pm 0,7$ Bq/L d'eau de combustion) et de deux échantillons de lierre prélevés en 2017 et 2018 ($6,3 \pm 0,7$ et $3,5 \pm 0,6$ Bq/L d'eau de combustion, respectivement) à proximité immédiate du CNPE (< 1 km). Ces valeurs sont également supérieures aux valeurs mesurées dans ces mêmes matrices prélevées hors vents dominants. Ces résultats sont liés aux rejets tritiés du CNPE de Flamanville.

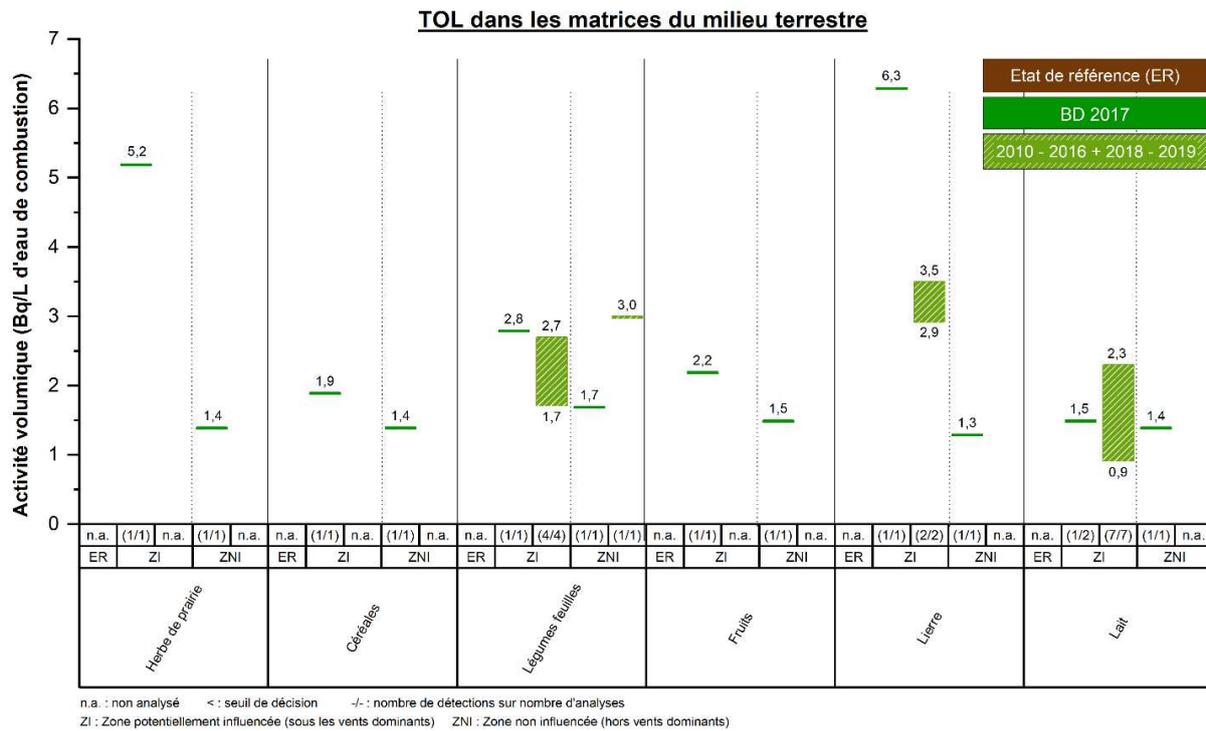


Figure 6.g : Activités volumiques du tritium organiquement lié (TOL) dans les matrices de l'environnement terrestre prélevées en zones hors vents dominants (ZNI) et zones sous les vents dominants (ZI)

Il ressort de cette analyse qu'à l'exception de marquages ponctuels en 2017 et 2018 (HTO et TOL) dans des échantillons d'herbes de prairie et de lierre prélevés à proximité immédiate du CNPE, les rejets d'effluents atmosphériques tritiés du CNPE de Flamanville n'ont pas d'influence sur l'environnement terrestre.

6.1.4.2.2.2. Carbone 14

L'activité en **carbone 14** fait l'objet d'un suivi annuel depuis 2013 dans les légumes feuilles et en 2013 et 2014 dans le lait de vache, puis d'un suivi trimestriel à partir de 2015 dans le lait de vache et le lierre. Elle fait l'objet d'un suivi annuel entre 2012 et 2017 dans les herbes de prairie. À l'occasion du bilan décennal de 2017, le **carbone 14** est également mesuré dans les céréales, les fruits et la crème.

La [Figure 6.h](#) présente les activités spécifiques en carbone 14 mesurées dans les matrices de l'environnement terrestre de 2010 à 2019 (aucune valeur mesurée avant 2012). Les résultats acquis sur les prélèvements de l'environnement terrestre proche du CNPE de Flamanville sont compris entre 229 et 407,9 Bq/kg de carbone.

La plupart des résultats de mesures réalisées dans l'herbe, le lierre, les légumes feuille et le lait montre des niveaux d'activité supérieurs au bruit de fond atmosphérique (entre 230 Bq/kg de carbone en 2016 et 232 Bq/kg de carbone en 2012^{15 16}). Dans la crème, la valeur mesurée est de 236,2 ± 2,2 Bq/kg de carbone. Dans les légumes feuilles, ces valeurs sont comparables sous et hors vents dominants, alors que dans les céréales, les fruits et le lierre, les activités en carbone 14 mesurées sont supérieures de quelques Becquerels par kilogramme de carbone en zones sous les vents dominants par rapport aux valeurs mesurées hors vents. Ces résultats témoignent d'un marquage dû aux rejets atmosphériques du CNPE de Flamanville sur l'environnement terrestre. Par ailleurs, pour le CNPE de Flamanville, il convient de tenir compte d'un phénomène propre au contexte régional qui est le dégazage de carbone 14 à partir du milieu marin marqué par les rejets de l'usine de retraitement de La Hague.

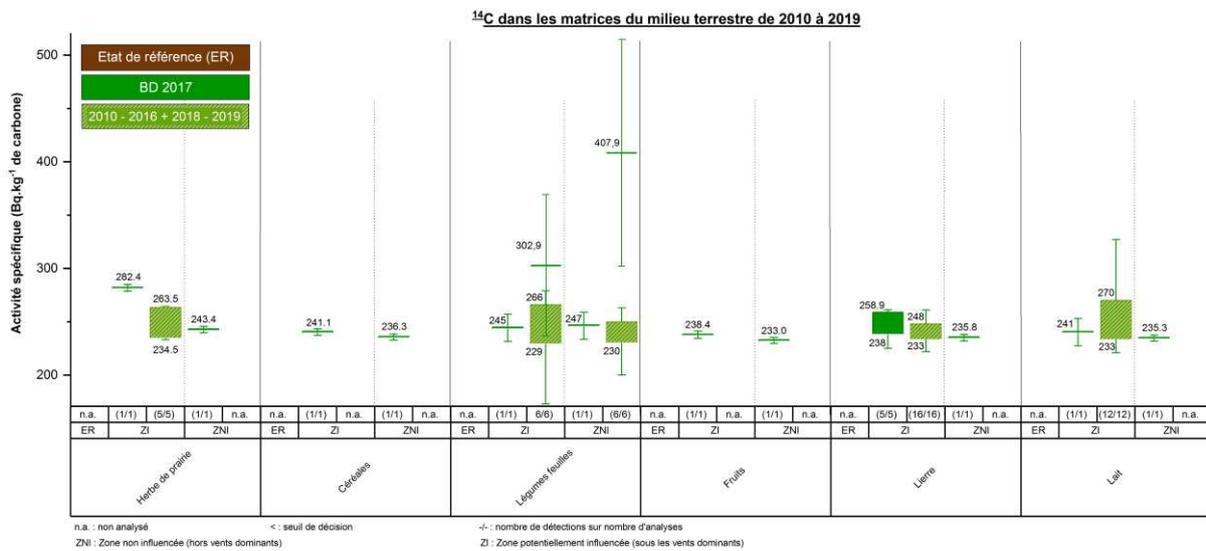


Figure 6.h : Activités spécifiques du carbone 14 dans les matrices de l'environnement terrestre de 2010 à 2019

¹⁵ IRSN, Novembre 2018. Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2015 à 2017. Rapport DG/2018-00006, 351p.

¹⁶ Roussel-Debet S., 2014. Données utiles à l'interprétation des mesures de carbone 14 en milieu terrestre. **Radioprotection**, 49(1): 49 - 54.

La [Figure 6.i](#) présente quant à elle, le détail des résultats obtenus depuis 2013 dans le lait et à partir de 2015 dans le lierre en zones sous les vents dominants. Les activités spécifiques obtenues dans le lait sont du même ordre de grandeur que le bruit de fond atmosphérique du carbone 14 hors influence industrielle (entre 231 Bq/kg de carbone en 2013 et 230 Bq/kg de carbone actuellement^{17 18}) compte-tenu des incertitudes de mesure, à l'exception de mesures ponctuelles réalisées en 2016, 2017 et 2019 (entre $236,2 \pm 2,2$ et 246 ± 13 Bq/kg de carbone). La seule valeur mesurée dans le lait hors vents dominants et à distance du CNPE (6,7 km), lors du bilan décennal de 2017, est supérieure de quelques Bq/kg de carbone au bruit de fond hors influence ($235,3 \pm 2,1$ Bq/kg de carbone). Dans le lierre, la majorité des valeurs mesurées à proximité immédiate du CNPE (entre 0,5 et 0,7 km) entre 2015 et 2019 (de 244 ± 11 à $258,9 \pm 2,3$ Bq/kg de carbone) sont supérieures de quelques Bq/kg de carbone au bruit de fond hors influence industrielle. La seule valeur mesurée dans le lierre hors vents dominants et à distance du CNPE (18 km) en 2017 est également supérieure de quelques Bq/kg de carbone au bruit de fond hors influence ($235,8 \pm 2,3$ Bq/kg de carbone). Ces valeurs supérieures au bruit de fond entre 2015 et 2019 sont liées aux rejets d'effluents atmosphériques du CNPE de Flamanville.

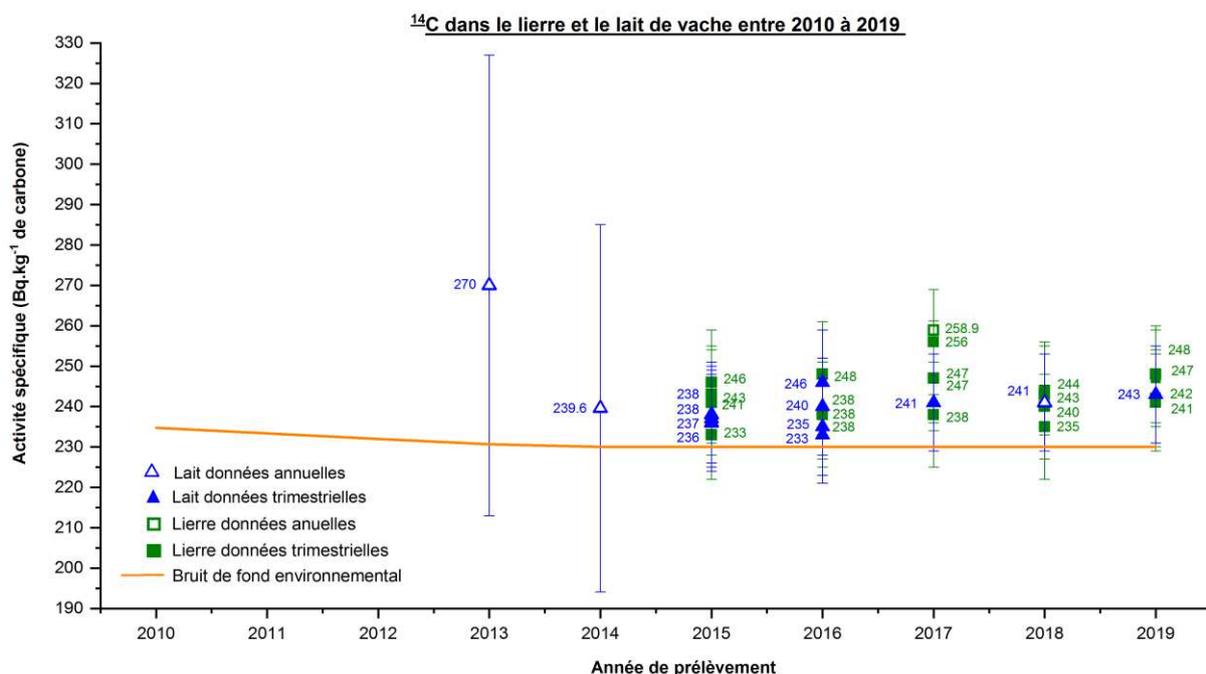


Figure 6.i : Activités spécifiques du carbone 14 (données annuelles et trimestrielles) dans le lierre et le lait de 2010 à 2019 et bruit de fond hors influence

Une influence locale, dont l'impact est négligeable, limitée aux premiers kilomètres, des rejets d'effluents atmosphériques du CNPE est mise en évidence sur l'environnement terrestre par un marquage en carbone 14 dans certains végétaux (herbes de prairie, lierre et dans une moindre mesure céréales et fruits) entre 2015 et 2019.

¹⁷ IRSN, Novembre 2018. Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2015 à 2017. Rapport DG/2018-00006, 351p.

¹⁸ Roussel-Debet S., 2014. Données utiles à l'interprétation des mesures de carbone 14 en milieu terrestre. *Radioprotection*, 49(1): 49 - 54.

6.1.4.2.2.3. Strontium 90

La recherche de radionucléides non présents dans les rejets du CNPE, tel que le strontium 90, est réalisée à fréquence décennale pour acquérir des valeurs de référence dans l'environnement proche.

Lors du bilan décennal de 2017, le **strontium 90** est recherché dans le lait de vache. Il est détecté systématiquement dans cette matrice, à des activités massiques (de 0,013 à 0,018 Bq/L) inférieures à celles mesurées lors de l'état de référence. Les valeurs mesurées sont du même ordre de grandeur en zones hors et sous les vents dominants et sont conformes aux valeurs attendues pour une zone soumise uniquement aux retombées atmosphériques des essais aériens nucléaires.

Il ressort de cette analyse que les niveaux de radioactivité du strontium 90 mesurés dans le lait au voisinage du CNPE de Flamanville sont cohérents avec les valeurs attendues pour une zone soumise uniquement aux retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens. Par ailleurs, les niveaux d'activités diminuent depuis l'état de référence initial, du fait de l'éloignement dans le temps des évènements à l'origine des détections en strontium 90.

6.1.4.2.3. Radionucléides émetteurs Alpha

La recherche de radionucléides non présents dans les rejets du CNPE¹⁹ tel que les radionucléides émetteurs alpha est réalisée à fréquence décennale pour acquérir des valeurs de référence dans l'environnement proche, ces radionucléides étant présents dans l'environnement du fait des essais nucléaires aériens.

Lors du bilan décennal de 2017, les **radionucléides émetteurs alpha** (plutonium 238, plutonium 239+240, américium 241 et curium 244) sont recherchés dans les sols non cultivés en zone sous et hors vents dominants.

Le plutonium 238, le plutonium 239+240, l'américium 241 sont détectés systématiquement dans cette matrice. Le curium 244 n'y est détecté que dans l'échantillon prélevé sous les vents dominants.

L'exploitation des rapports isotopiques d'activité, $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ et $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$, permet de préciser l'origine de ces radionucléides. Compris entre $0,027 \pm 0,005$ et $0,030 \pm 0,006$ pour le rapport $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ et entre $0,379 \pm 0,029$ et $0,405 \pm 0,032$ pour le rapport $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$, ces rapports témoignent de la présence de radionucléides émetteurs alpha issus des retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens réalisés entre 1945 et 1980 dont les valeurs de référence sont respectivement 0,03 et 0,4 (Cf. [Paragraphe 6.1.1.2.1](#)). Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus lors du bilan radioécologique décennal de 2006.

Il ressort de cette analyse que les niveaux de radioactivité des radionucléides émetteurs alpha mesurés dans l'environnement terrestre au voisinage du CNPE de Flamanville trouvent leur origine dans les retombées des essais nucléaires aériens.

¹⁹ L'absence de radionucléides émetteurs alpha est contrôlée avant rejet dans les effluents du CNPE.

6.1.4.3. BILAN DE L'ÉTAT RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT TERRESTRE

La radioactivité présente dans l'environnement terrestre à proximité du CNPE de Flamanville dans une zone couverte par les stations de prélèvements terrestres (Cf. [Figure 6.c](#)) est majoritairement d'origine naturelle et est stable depuis l'état de référence initial (ou point zéro). Elle est essentiellement due au potassium 40 dans les sols, les végétaux et les produits alimentaires, et au béryllium 7 dans les végétaux. En comparaison, les radionucléides issus des familles du thorium 232 et de l'uranium 238 sont détectés à des fréquences et des niveaux d'activité moindres.

Les radionucléides produits artificiellement, mesurés dans l'environnement terrestre au voisinage du CNPE de Flamanville, proviennent principalement d'une rémanence des retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens et de l'accident de Tchernobyl, ainsi que de celui de Fukushima dans une moindre mesure. Ces événements anciens sont à l'origine de la détection au cours de la période [2010-2019], des césiums 134 et 137 et, uniquement pour les essais nucléaires, de strontium 90 et de radionucléides émetteurs alpha (α) (plutonium 238, plutonium 239 et 240, américium 241 et curium 244). Les retombées des essais nucléaires aériens participent également au bruit de fond d'activité en tritium et carbone 14. Ces deux radionucléides sont par ailleurs produits par voie naturelle et font également partie des radionucléides présents dans les rejets d'effluents à l'atmosphère des installations du CNPE. L'usine de retraitement ORANO de La Hague pourrait également être à l'origine de la détection ponctuelle, dans un échantillon de lierre prélevé sur les falaises de bord de mer, de traces de cobalt 60 transporté par les aérosols ou embruns apportés par la mer. Bien que très inférieurs, une contribution des rejets de cobalt 60 du CNPE de Flamanville dans l'environnement terrestre ne peut être exclue.

À l'exception d'un marquage ponctuel en tritium (libre et organiquement lié) dans des herbes de prairie et le lierre entre 2016 et 2018 et en carbone 14 dans certains végétaux prélevés entre 2015 et 2019 et certains échantillons de lait, aucune autre contribution des rejets d'effluents du CNPE de Flamanville aux activités mesurées dans l'environnement terrestre au voisinage du CNPE n'est mise en évidence. L'impact associé aux rejets d'effluents atmosphériques du CNPE sur l'environnement est négligeable.

6.1.5. ÉTAT RADIOLOGIQUE DU MILIEU AQUATIQUE

Les études utilisées pour établir l'état radiologique actuel de l'environnement aquatique sont réalisées entre 2010 et 2019. Elles portent sur une diversité d'échantillons et d'analyses radiologiques qui permettent une vision précise de l'état radiologique de l'environnement aquatique grâce à des analyses « bas bruit de fond » permettant la caractérisation des radionucléides à un niveau de performance analytique élevé (à l'état de traces).

Afin de pouvoir apprécier l'influence potentielle des rejets d'effluents radioactifs liquides émis par le CNPE de Flamanville, les stations de prélèvements sont choisies en fonction de l'hydrodynamisme local, dominé par le courant du Raz Blanchard au nord du CNPE et par un gyre anticyclonique de quelques dizaines de kilomètres de large devant le CNPE de Flamanville. La zone marine potentiellement la plus influencée est située en « champ proche », c'est-à-dire à proximité du point de rejets et/ou dans la zone d'excursion du panache de rejets d'effluents liquides du CNPE ; cette zone est donc potentiellement influencée par ces rejets. À Flamanville, le champ proche désigne les stations situées à quelques kilomètres (dans un rayon de 2 à 3,5 km) au nord-est, à l'ouest et au sud-est du CNPE, soit de Sciotot à Diélette Port (Cf. [Figure 6.i](#)). Le « champ lointain » désigne des stations situées suffisamment à distance des points de rejets d'effluents liquides du CNPE pour être considérées comme non influencées par ces rejets. À Flamanville, le champ lointain désigne les stations situées au-delà d'une vingtaine de kilomètres au sud-sud-est du CNPE (dans un rayon compris entre 19,1 et 22,8 km) au regard de la circulation résiduelle générale des masses d'eau en Manche²⁰ ²¹, soit de Saint-Georges-de-la-Rivière à Carteret Port. La station de Goury au nord-nord-ouest se situe également dans le champ lointain par rapport aux rejets du CNPE de Flamanville, mais elle se situe à proximité des rejets de l'usine de retraitement d'ORANO La Hague.

Concernant les prélèvements d'eau, l'eau de boisson prélevée à la station « Siouville » provient d'un réseau d'eau potable distribuée par la communauté de communes des Pieux et dont le site de production est situé à Teurthéville-Hague. Ce site alimente les communes de Sotteville, Helleville, Héauville, Siouville-Hague, Benoist-ville, Tréauville, et Saint-Christophe-du-Foc. La distribution d'eau potable à Siouville exploite le captage des Tourelles. La nappe qui l'alimente est située dans une zone hors de l'influence des rejets liquides du CNPE.

²⁰ Bailly du Bois, P., 2003. TRANSMER : modèle de simulation des transferts de radionucléides en Manche et Mer du Nord. Choix des options, description, validation et fonctionnalités. IRSN. Rapport DPRE/SERNAT/2003-04.

²¹ Bailly du Bois, P. et Dumas, F., 2005. TRANSMER, hydrodynamic model for medium- and long-term simulation of radionuclides transfers in the English Channel and southern North Sea. **Radioprotection** 40: S575-S580.

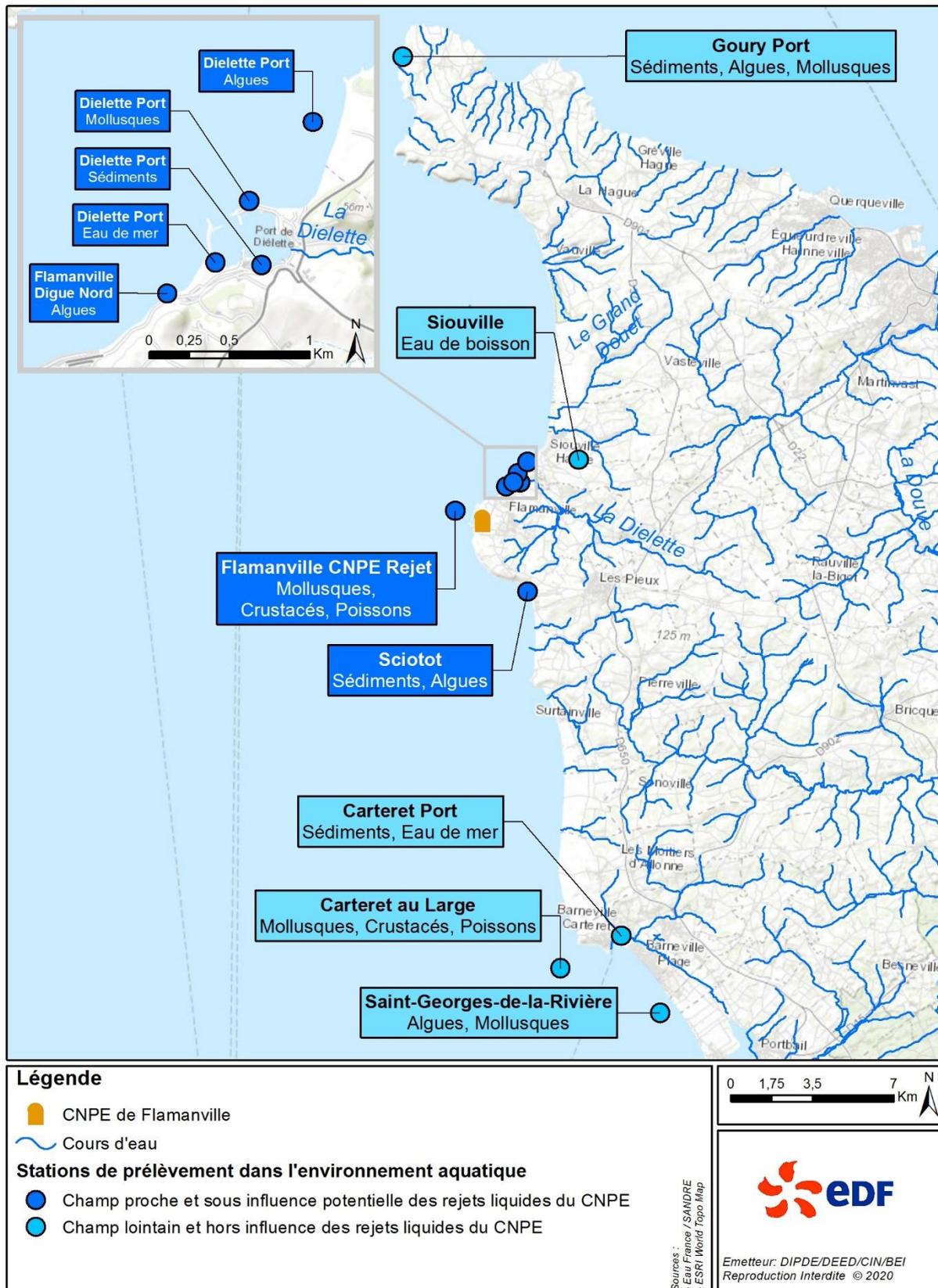


Figure 6.j : Localisation des stations de prélèvements dans l'environnement aquatique du CNPE de Flamanville entre 2010 et 2019

6.1.5.1. SYNTHÈSE DES PRINCIPALES ÉTUDES RADIOÉCOLOGIQUES RÉALISÉES DANS L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE AU VOISINAGE DU CNPE AVANT 2010

Afin de mettre en perspective par la suite le résultat de l'analyse de l'état radiologique actuel de l'environnement aquatique au voisinage du CNPE, cette partie présente succinctement les conclusions des principales études menées avant la période de référence de cette analyse [2010-2019].

L'exploitation des mesures de radioactivité nécessite de distinguer les radionucléides produits naturellement dans l'environnement de ceux produits artificiellement lors de réactions nucléaires de fission ou d'activation (essais atmosphériques, accidents nucléaires, effluents radioactifs industriels ou hospitaliers). Dans un souci de simplification, les résultats concernant les radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle ne sont pas détaillés pour les périodes antérieures à 2010 (à l'exception de l'état de référence), bien que la radioactivité présente dans l'environnement soit majoritairement d'origine naturelle.

6.1.5.1.1. État de référence initial (ou point zéro) radioécologique [1980-1982]

L'état radiologique de référence de l'environnement aquatique au voisinage du CNPE de Flamanville est caractérisé avant la mise en service de l'installation entre décembre 1980 et avril 1982. L'évaluation des niveaux d'activité est réalisée sur la base d'un échantillonnage de sédiments, d'algues, de mollusques, de crustacés, de poissons et d'eau (eau de pluie, de boisson, d'irrigation et de mer). Les résultats obtenus lors de cet état de référence initial montrent que :

La radioactivité gamma (γ) est majoritairement **d'origine naturelle**, soit tellurique due au **potassium 40**, au **radium 226** ou aux descendants des familles du **thorium 232** et de l'**uranium 238**, soit cosmique due au **béryllium 7**.

La **radioactivité gamma (γ) d'origine naturelle** est représentée essentiellement par le **potassium 40** (de 148 à 2 035 Bq/kg sec dans les sédiments et les algues, de 6 à 1 100 Bq/kg frais dans les mollusques, les crustacés et les poissons, de 0,0035 à 0,480 Bq/L dans l'eau douce et 14 Bq/L dans l'eau de mer). Le **béryllium 7**, ainsi que les familles du thorium 232 et de l'uranium 238 sont également assez régulièrement détectés. Le **radium 226** est détecté ponctuellement dans un échantillon d'eau de pluie. Pour tous ces radionucléides, les activités détectées sont du même ordre de grandeur que celles habituellement rencontrées sur les sites de bord de mer en Manche.

La **radioactivité gamma (γ) d'origine artificielle** mesurée lors de l'état de référence initial est principalement due au **césium 137** (de 0,3 à 21,8 Bq/kg sec dans les sédiments et les algues, de 0,2 à 19,4 Bq/kg frais dans les mollusques et les poissons et de 0,0026 à 1 Bq/L dans les eaux), détecté de manière systématique dans les sédiments, les algues, les mollusques et les poissons et à une fréquence moindre dans l'eau. Ce radionucléide n'est pas détecté dans les crustacés (activités inférieures aux seuils de décision analytiques). Le **ruthénium 106** est également fréquemment détecté à des niveaux d'activités supérieurs à ceux du césium 137 (de 0,35 à 1 832 Bq/kg sec dans les sédiments et les algues, de 0,9 à 310 Bq/kg frais dans les mollusques, les crustacés et les poissons et de 0,026 à 1,7 Bq/L dans l'eau). Des traces de **césium 134** sont également mesurées ponctuellement dans les sédiments et les algues (0,7 à 2,9 Bq/kg sec), les mollusques et les poissons (0,2 à 6 Bq/kg frais) et l'eau de pluie et de mer (de 0,005 à 0,18 Bq/L). Ces radionucléides sont accompagnés de **cobalt 60**, de **cérium 144**, de **niobium 95** dans les sédiments, les algues, les mollusques, les crustacés, les poissons et les eaux, de **zirconium 95** dans les algues, les mollusques, les crustacés, les poissons et l'eau de pluie, d'**antimoine 125**, dans les sédiments, les algues, les mollusques et les eaux, d'**argent 110 métastable** dans les algues, les mollusques, les crustacés et les poissons, de **manganèse 54** dans les sédiments, les algues et l'eau de pluie, de **ruthénium 103** dans les algues, les mollusques et l'eau de pluie, d'**américium 241**, d'**europium 154** et de **zinc 65** dans les algues et les mollusques, et de **cérium 141** dans l'eau de pluie. La présence de ces radionucléides est essentiellement due aux rejets industriels, plus particulièrement à ceux de l'usine de retraitement de La Hague mais également aux retombées de l'essai nucléaire aérien chinois du 16 octobre 1980 et à l'incendie de silo de l'usine de La Hague en 1981.

L'**activité bêta (β) globale** mesurée dans l'eau douce (eau de pluie, de boisson et d'irrigation) est conforme aux niveaux usuels mesurés dans l'environnement d'autres sites à cette époque. Les eaux de pluie sont marquées néanmoins par les retombées de l'essai nucléaire aérien chinois du 16 octobre 1980 et celles de l'incendie de silo de l'usine de retraitement de La Hague.

Le **strontium 90** est recherché lors de l'état de référence initial dans les sédiments, les algues, les mollusques, les crustacés, les poissons et l'eau de boisson et d'irrigation. Il est détecté dans toutes les matrices, à l'exception des crustacés, à des niveaux d'activités massiques (de 4,4 à 63 Bq/kg sec dans les sédiments et les algues, de 0,8 Bq/kg frais dans les mollusques et les poissons et de 0,006 à 0,0111 Bq/L dans l'eau douce). Ces niveaux d'activité sont cohérents avec ceux des stations soumises aux retombées des essais nucléaires aériens, aux rejets de l'usine de retraitement de La Hague et à l'incendie de silo de cette même usine en 1981.

Le **tritium libre (HTO)** est recherché dans les algues, les mollusques, les crustacés, les poissons et l'eau de boisson et d'irrigation lors de l'état de référence initial²². Les activités mesurées dans les eaux de boisson et d'irrigation varient entre 4,0 et 7,9 Bq/L. Ces valeurs sont proches de celles habituellement mesurées dans les eaux de surface continentales à cette période, du fait de la rémanence des retombées des essais nucléaires aériens.

Aucune mesure d'activité en **tritium organiquement lié (TOL)** et **carbone 14** n'est réalisée lors de l'état de référence initial, les méthodes de mesure n'étaient pas aussi développées qu'aujourd'hui.

Le **technétium 99** est mesuré dans les algues (entre 1 184 et 1 332 Bq/kg sec), les mollusques et les crustacés (de 21 à 93 Bq/kg frais dans ces deux matrices). Il n'est pas détecté dans les poissons (activités inférieures aux seuils de décision analytiques). La présence de ces radionucléides est essentiellement due aux rejets industriels, plus particulièrement à ceux de l'usine de retraitement de La Hague mais également aux retombées de l'essai nucléaire aérien chinois du 16 octobre 1980 et à l'incendie de silo de l'usine de La Hague en 1981.

²² Les niveaux d'activité en tritium libre (HTO) mesurés lors de l'état de référence et reportés dans le bilan décennal de 1996 sont exprimés en Bq/kg sec dans les algues et en Bq/kg frais dans les mollusques, les crustacés et les poissons. Ces données ne sont donc pas exploitables en l'état car elles ne peuvent pas être comparées à celles mesurées lors de la période de référence [2010-2019] au cours de laquelle les données en HTO sont exprimées en Bq/L d'eau de déshydratation.

L'**activité alpha totale**, mesurée uniquement sur des échantillons d'eau douce (eau de pluie, de boisson et d'irrigation), est détectée dans l'eau de pluie, à un niveau conforme aux niveaux usuels mesurés dans l'environnement d'autres sites à cette époque.

En conclusion, lors de l'état de référence réalisé sur la période [1980-1982], la radioactivité mesurée dans l'environnement aquatique marin au voisinage du CNPE de Flamanville est principalement d'origine naturelle. Les radionucléides d'origine artificielle détectés (ruthéniums 103 et 106, césiums 134 et 137, antimoine 125, cériums 141 et 144, argent 110 métastable, europium 154, américium 241, manganèse 54, cobalt 60, niobium 95, zirconium 95, zinc 65, tritium libre, strontium 90 et technétium 99) proviennent majoritairement de rejets industriels, plus particulièrement ceux de l'usine de retraitement de La Hague, de l'incendie de silo de cette même usine en 1981, ainsi que des retombées des essais nucléaires aériens (notamment l'essai nucléaire chinois du 16 octobre 1980).

6.1.5.1.2. Première période [1991-1999]

Les **radionucléides émetteurs gamma (γ)** sont principalement **d'origine naturelle**. La **radioactivité gamma (γ) d'origine naturelle** est stable depuis l'état de référence.

La **radioactivité gamma (γ) d'origine artificielle** détectée, en champ proche et en champ lointain, est principalement due au **césium 137**, présent quasi-systématiquement dans les sédiments, les crustacés et les poissons, à une fréquence moindre dans les algues et les mollusques et de manière sporadique dans l'eau de boisson. Les activités mesurées sont supérieures en champ proche dans les sédiments et les algues (de 0,3 à 2,1 Bq/kg sec) par rapport au champ lointain (de 0,86 à 1,3 Bq/kg sec). Les sédiments prélevés à la station Goury, en champ lointain, sont quant à eux marqués par les rejets liquides de l'usine de retraitement de La Hague ($3,9 \pm 0,2$ Bq/kg sec). Dans les mollusques, les crustacés et les poissons, les activités sont mesurées uniquement en champ proche (de 0,006 à 3,08 Bq/kg frais). Toutes les activités mesurées sont inférieures à celles mesurées lors de l'état de référence initial, excepté dans les crustacés dans lesquels ce radionucléide n'est pas détecté lors de l'état de référence. L'origine de ce radionucléide est multiple : les retombées des essais nucléaires aériens et l'accident de Tchernobyl, les rejets de l'usine de retraitement de La Hague, et potentiellement les rejets liquides du CNPE de Flamanville. Des traces de **césium 134** sont détectées uniquement dans un échantillon de mollusques (en 1994) et deux échantillons de poissons (en 1993 et 1994) prélevés en champ proche (de 0,03 à 0,17 Bq/kg frais). Ces radionucléides sont régulièrement accompagnés en champ proche d'**argent 110 métastable** dans les algues, les mollusques et les crustacés. La détection de ce radionucléide en champ proche tend à indiquer une origine liée aux rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville. Les détections régulières de **cobalt 60** (mesuré en champ proche et en champ lointain dans les sédiments et les algues avec des niveaux d'activité supérieurs en champ proche et uniquement en champ proche dans les mollusques, les crustacés et les poissons), sporadiques d'**antimoine 125** (détecté uniquement dans les sédiments en champ lointain et mesuré uniquement en champ proche dans les mollusques), ainsi que de **manganèse 54** (dans les sédiments en champ lointain et dans les algues, les crustacés et les poissons en champ proche) ont plusieurs origines : les essais nucléaires aériens, les rejets liquides de l'usine de retraitement de La Hague et de ceux du CNPE de Flamanville. L'influence des rejets de l'usine de retraitement de La Hague est toujours visible, mais à des fréquences et niveaux d'activité moindres témoignant de la diminution des rejets, par la détection d'**américium 241** dans les sédiments, les algues et les crustacés, de **ruthénium 106** dans les sédiments, les algues, les mollusques et les crustacés, et d'**europium 154** dans les sédiments, d'**iode 129** dans les algues et de **cérium 144** dans les poissons.

Le **strontium 90**, absent des rejets des REP (réacteurs à eau sous pression), est recherché à l'occasion du bilan décennal de 1996 dans les algues, les mollusques, les crustacés, les poissons et l'eau de boisson. Les activités mesurées (de 0,61 à 1,35 Bq/kg sec dans les algues et de 0,03 à 1,4 Bq/kg frais dans les mollusques et les crustacés) sont stables ou inférieures à celles mesurées lors de l'état de référence initial et conformes à une double origine liée aux retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens et aux rejets de l'usine de retraitement de La Hague, ces derniers ayant diminué depuis l'état de référence initial.

Le **technétium 99**, présent dans les rejets de l'usine de retraitement de La Hague, est recherché lors du bilan décennal de 1996 dans les sédiments, les algues, les mollusques et les crustacés. Les niveaux d'activité mesurés pour ce radionucléide, en particulier dans les algues (de 33,7 à 43,2 Bq/kg sec) sont les plus importants parmi l'ensemble des radionucléides artificiels mesurés sur cette période. Néanmoins, ces valeurs sont en baisse par rapport aux niveaux mesurés dans les années 1980²³ en lien avec la diminution des rejets de cette installation.

Le **tritium libre (HTO)**, le **tritium organiquement lié (TOL)** et le **carbone 14** ne sont pas recherchés pendant cette période, les méthodes de mesure n'étaient pas aussi développées qu'aujourd'hui.

La recherche de **radionucléides émetteurs (α)**, absents des rejets d'effluents du CNPE, est effectuée lors du bilan décennal de 1996 dans les sédiments, les algues, les mollusques, les crustacés et les poissons. Le plutonium 238, le plutonium 239+240 et l'américium 241 sont détectés systématiquement dans toutes ces matrices, à l'exception du plutonium 238 dans l'un des deux échantillons de poissons. Les rapports isotopiques $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ (compris entre 0,23 et 0,68) et $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$ (compris entre 0,30 et 11,43), lorsqu'ils sont calculables traduisent l'influence des rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague.

En conclusion, sur la période [1991-1999], la radioactivité naturelle est stable par rapport à l'état de référence. La radioactivité d'origine artificielle est principalement liée aux rejets de l'usine de retraitement de La Hague et aux retombées atmosphériques anciennes (essais nucléaires aériens et accident de Tchernobyl) pour les césiums 134 et 137, le strontium 90 et les transuraniens, auxquels s'ajoutent, et dans une moindre mesure, les rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville pour le césium 137. L'influence des rejets liquides du CNPE de Flamanville se traduit par la détection d'argent 110 métastable, mais aussi de cobalt 60, d'antimoine 125 et de manganèse 54, ces trois derniers provenant également des rejets de l'usine d'ORANO. Les rejets de cette installation sont également à l'origine de la détection d'américium 241, de ruthénium 106, d'euprotium 154, d'iode 129, de cérium 144 et de technétium 99.

²³ Masson M., van Weers A.W., Groothuis R.E.J., Dahlgard H., Ibbett R.D., Leonard K.S. (1995) Time series for sea water and seaweed of ⁹⁹Tc and ¹²⁵Sb originating from releases at La Hague. **Journal of Marine Systems**. Vol. 6(5-6): 397 - 413.

6.1.5.1.3. Deuxième période [2000-2009]

Les **radionucléides émetteurs gamma (γ)** sont principalement **d'origine naturelle**. La **radioactivité gamma (γ) d'origine naturelle** est stable depuis l'état de référence.

Le principal **radionucléide émetteur gamma (γ) d'origine artificielle** détecté, en champ proche et en champ lointain, est le **césium 137**, présent systématiquement dans les poissons et les algues, quasi-systématiquement dans les sédiments, et à une fréquence moindre dans les crustacés et les mollusques. Les activités mesurées dans ces matrices (de 0,13 à 1,3 Bq/kg sec dans les sédiments et les algues et de 0,015 à 0,46 Bq/kg frais dans les poissons, les mollusques et les crustacés) sont comparables entre le champ proche et le champ lointain. Son origine est liée aux retombées des essais nucléaires aériens et de l'accident de Tchernobyl ainsi qu'aux rejets liquides de l'usine de retraitement de La Hague. Ce radionucléide est accompagné de **cobalt 60** à des niveaux d'activité globalement supérieurs en champ proche par rapport au champ lointain dans les sédiments, les algues, les mollusques, les crustacés et les poissons, dont les sources sont multiples : les essais nucléaires aériens mais également l'usine de retraitement de La Hague et dans une moindre mesure les rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville. La présence d'**argent 108 métastable** dans les crustacés et les mollusques, d'**argent 110 métastable** dans les algues, les mollusques et les crustacés et sporadiquement d'**antimoine 125** dans les algues, à des niveaux d'activité supérieurs en champ proche par rapport au champ lointain, est liée aux rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville. Des détections de **ruthénium 106** dans les sédiments, les algues, les mollusques et les crustacés, d'**américium 241** dans les algues, les mollusques, les crustacés et les poissons, de **cobalt 57** dans les sédiments et les poissons et d'**iode 129** dans les algues, en champ proche comme en champ lointain, attestent toujours de l'influence des rejets de l'usine de retraitement de La Hague mais à des niveaux d'activité et fréquence moindres par rapport à la période précédente, la diminution des rejets d'effluents de ces installations se poursuivant.

Le **strontium 90**, absent des rejets des REP, est recherché à l'occasion du bilan décennal de 2006 dans les algues, les mollusques, les crustacés, les poissons et l'eau de boisson. Ce radionucléide est uniquement détecté à l'état de traces dans les algues en champ proche et en champ lointain (de 0,20 à 0,43 Bq/kg sec) et dans les mollusques en champ proche ($0,03 \pm 0,04$ Bq/kg frais). Son origine unique est liée aux retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens et aux rejets d'effluents liquides de l'usine de retraitement de La Hague.

Le **technétium 99**, absent des rejets des REP, est recherché à l'occasion du bilan décennal de 2006 dans les algues et les crustacés. Les niveaux d'activité mesurés dans les algues (de 17,5 à 58,0 Bq/kg sec) et les crustacés (de 0,6 à 0,7 Bq/kg frais), sont caractéristiques des valeurs attendues du fait des rejets en technétium 99 de l'usine de retraitement de La Hague.

Le **nickel 63** est recherché à l'occasion du bilan décennal de 2006 dans les sédiments. Les niveaux d'activité, comparables entre le champ proche et le champ lointain (de 1,2 à 1,6 Bq/kg sec), ne montrent aucune influence des rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville.

Le **tritium libre (HTO)**, est suivi annuellement dans l'eau de boisson entre 2000 et 2009 et dans les algues entre 2000 et 2007. Il fait également l'objet d'analyses dans les mollusques et les crustacés en 2006 et dans les poissons en 2006, 2008 et 2009. Les niveaux d'activités mesurés ponctuellement dans l'eau de boisson, compris entre 0,8 et 1,0 Bq/L, correspondent aux valeurs attendues hors influence de toute industrie nucléaire. Dans les algues (de 0,8 à 15 Bq/L d'eau de déshydratation), les mollusques (de 4,0 à 17,4 Bq/L d'eau de déshydratation) et les crustacés (de 10,1 à 10,8 Bq/L d'eau de déshydratation), les niveaux d'activité mesurés en champ proche et en champ lointain sont comparables. En revanche, les mesures réalisées dans les poissons montrent des activités supérieures en champ proche (de 7,4 à 22,0 Bq/L d'eau de déshydratation) par rapport au champ lointain (de 3,3 à 6,9 Bq/L d'eau de déshydratation). Ces niveaux d'activité correspondent à ceux attendus en Manche²⁴ (~ 10 Bq/L d'eau de déshydratation) du fait des rejets d'effluents de l'usine de retraitement ORANO de La Hague, auxquels s'ajoute l'influence des rejets tritiés du CNPE de Flamanville pour certaines valeurs mesurées en champ proche dans les poissons en 2006 et 2009.

Les activités en **tritium organiquement lié (TOL)** sont mesurées à l'occasion du bilan décennal de 2006 dans les sédiments, les algues, les mollusques, les crustacés et les poissons. Elles sont conformes aux niveaux attendus en Manche du fait des rejets tritiés de La Hague dans toutes ces matrices (~ 10 Bq/L d'eau de combustion). Les activités mesurées dans les sédiments, uniquement prélevés en champ lointain, sont comprises entre 5,3 et 11,5 Bq/L d'eau de combustion. Dans les algues, les crustacés et les mollusques, aucune différence significative n'est observée entre les mesures effectuées en champ proche et en champ lointain (de 4,2 à 14,2 Bq/L d'eau de combustion). En revanche, les valeurs enregistrées dans les poissons, supérieures de quelques Bq/L d'eau de combustion en champ proche (de 13,3 à 13,8 Bq/L d'eau de combustion) par rapport au champ lointain (de 8,6 à 9,7 Bq/L d'eau de combustion), sont à relier aux rejets tritiés du CNPE de Flamanville.

Le **carbone 14**, est recherché lors du bilan décennal de 2006 dans les sédiments, les algues, les mollusques, les crustacés et les poissons. Aucune différence significative n'est observée entre les niveaux d'activité mesurés en champ proche et en champ lointain dans les algues et les mollusques (de 307 à 529 Bq/kg de carbone). Les activités mesurées dans les sédiments, uniquement prélevés en champ lointain, sont comprises entre 271,0 et 463,3 Bq/kg de carbone. En revanche, les valeurs enregistrées dans les poissons et les crustacés, sont supérieures en champ proche (de 453 à 535 Bq/kg de carbone) par rapport au champ lointain (de 374 à 426 Bq/kg de carbone). Ces observations attestent d'un niveau ambiant en Manche supérieur au bruit de fond hors influence à cette période (~ 240 Bq/kg de carbone en 2006²⁵), à relier aux rejets d'effluents de l'usine de retraitement ORANO de La Hague. Néanmoins, les valeurs supérieures à ce niveau ambiant en champ proche du CNPE de Flamanville dans les crustacés et les poissons sont à relier aux rejets du CNPE.

Les **radionucléides émetteurs (α)**, absents des rejets d'effluents du CNPE, sont recherchés lors du bilan décennal de 2006 dans les sédiments, les algues, les mollusques, les crustacés et les poissons. Le plutonium 238, plutonium 239+240, l'américium 241 et le curium 244 sont détectés systématiquement dans toutes ces matrices. Les rapports isotopiques $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ (compris entre 0,29 et 3,70) et $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$ (0,37 et 207), traduisent l'influence des rejets de l'usine de retraitement de La Hague.

²⁴ Masson M. (2006) Carbone 14 et tritium le long des côtes de l'Atlantique et de la Manche. Convention IRSN-EDF 2000 - 2004. Rapport final IRSN/DEI/SECRE-06-43.

²⁵ Roussel-Debet S., 2014. Données utiles à l'interprétation des mesures de carbone 14 en milieu terrestre. Radioprotection, 49(1): 49 - 54.

En conclusion, sur la période [2000-2009], la radioactivité naturelle est stable par rapport à l'état de référence. La radioactivité d'origine artificielle est principalement liée aux rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague et aux retombées atmosphériques anciennes (essais nucléaires aériens et/ou accident de Tchernobyl) pour le césium 137, le cobalt 60, le nickel 63, le tritium, le carbone 14, le strontium 90 et les transuraniens. L'influence des rejets liquides du CNPE de Flamanville se superpose à ces niveaux pré-existants et se traduit par la détection de tritium, de carbone 14, de cobalt 60, d'argents 108 et 110 métastable et d'antimoine 125. L'usine de retraitement de La Hague est également à l'origine de la détection d'américium 241, de ruthénium 106, de cobalt 57, d'iode 129 et de technétium 99. La baisse des activités mesurées, observée depuis le début des années 1990, se poursuit en lien avec la diminution des rejets de ces installations.

6.1.5.2. ANALYSE DE L'ÉTAT RADIOLOGIQUE ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE DU CNPE [2010-2019]

Cette partie décrit l'état radiologique actuel de l'environnement aquatique au voisinage du CNPE de Flamanville. Les résultats acquis dans l'environnement aquatique pendant la période d'étude [2010-2019] sont comparés à ceux acquis par le passé lors de l'état de référence radiologique initial établi avant la construction du CNPE. Les résultats concernant les radionucléides artificiels sont présentés sous forme de graphiques. Néanmoins, certaines informations (en particulier, les détections ponctuelles ou matrices pour lesquelles peu d'analyses ont été réalisées ou pour lesquelles toutes les activités mesurées sont inférieures au seuil de décision) peuvent être uniquement reportées dans le texte associé au graphique.

Pour les radionucléides d'origine naturelle, compte-tenu de l'absence d'évolution de la radioactivité naturelle au cours des études antérieures, les résultats des échantillons prélevés en champ proche et en champ lointain du CNPE sont regroupés. Pour l'état de référence initial (ou point zéro), établi avant la construction du CNPE, les valeurs présentées correspondent à l'étendue des activités mesurées dans l'environnement.

En revanche, pour les radionucléides artificiels, les résultats collectés en champ proche et en champ lointain sur la période [2010-2019] sont présentés distinctement de façon à mettre en évidence une éventuelle influence des rejets d'effluents liquides du CNPE sur l'environnement aquatique.

6.1.5.2.1. Radionucléides émetteurs Gamma

6.1.5.2.1.1. Radionucléides émetteurs γ d'origine naturelle

Les radionucléides d'origine naturelle, présents dans les différentes matrices de l'environnement aquatique au voisinage du CNPE de Flamanville, sont d'origine tellurique (potassium 40, familles du thorium 232 et de l'uranium 238) et cosmique (béryllium 7).

La radioactivité d'origine naturelle des matrices échantillonnées sur la période considérée [2010-2019] est du même ordre de grandeur depuis l'état de référence initial (ou point zéro). Elle est essentiellement liée au **potassium 40**, détecté par activité massique décroissante dans les algues (de 770 ± 80 à $1\ 810 \pm 180$ Bq/kg sec), les sédiments (de 83 ± 9 à 520 ± 44 Bq/kg sec), les mollusques (de 42 ± 4 à 139 ± 14 Bq/kg frais), les poissons (de 84 ± 8 à 133 ± 15 Bq/kg frais) et les crustacés (de $46,5 \pm 4,7$ à 89 ± 11 Bq/kg frais). Les activités massiques des radionucléides issus des familles du **thorium 232** et de l'**uranium 238** sont conformes aux valeurs observées en France métropolitaine.

Le **béryllium 7** est présent dans les sédiments et les algues (de $2,2 \pm 1,1$ à $51,0 \pm 5,0$ Bq/kg sec), les mollusques (de $0,22 \pm 0,08$ à $8,00 \pm 0,80$ Bq/kg frais) et de manière ponctuelle dans les poissons ($0,45 \pm 0,17$ Bq/kg frais). Il n'est pas détecté dans les crustacés (activités inférieures aux seuils de décision analytiques).

Il ressort de cette analyse que les niveaux de radioactivité d'origine naturelle sont stables dans l'environnement aquatique au voisinage du CNPE depuis l'état de référence initial (ou point zéro).

6.1.5.2.1.2. Radionucléides émetteurs γ d'origine artificielle

Les radionucléides émetteurs (γ) d'origine artificielle détectés sur la période [2010-2019] correspondent aux trois sources principales déjà identifiées au cours des périodes précédentes : les retombées atmosphériques des essais nucléaires et de Tchernobyl, les rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague et les rejets d'effluents du CNPE de Flamanville.

Le **césium 137** est détecté systématiquement dans les poissons, quasi-systématiquement dans les sédiments, les algues et les mollusques et uniquement en champ proche dans les crustacés. Les activités mesurées sont comparables entre le champ proche et le champ lointain au voisinage du CNPE de Flamanville pour les algues et les mollusques (Cf. [Figure 6.k](#) à [Figure 6.o](#)). Pour les crustacés, des activités sont uniquement mesurées en champ proche, pour les sédiments des valeurs supérieures sont systématiquement mesurées en champ proche par rapport aux mesures effectuées en champ lointain depuis 2017, ainsi que ponctuellement dans les poissons (en 2010, 2012, puis de 2015 à 2017).

Au cours des dernières années, une stabilité des activités mesurées est observée. Ces dernières sont inférieures à 4 Bq/kg sec dans les sédiments, de l'ordre de quelques dixièmes de Bq/kg sec dans les algues et dixièmes de Bq/kg frais dans les poissons et de quelques centièmes de Bq/kg frais dans les mollusques et les crustacés. Ces résultats attestent que le **césium 137** mesuré dans l'environnement aquatique au voisinage du CNPE est à attribuer principalement aux retombées globales anciennes (essais nucléaires et accident de Tchernobyl), à l'influence des rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague, et dans une moindre mesure aux rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville (en champ proche pour les sédiments, les crustacés et les poissons). La baisse des niveaux observés depuis l'état de référence initial est liée à l'éloignement dans le temps des événements anciens (essais nucléaires et accident de Tchernobyl).

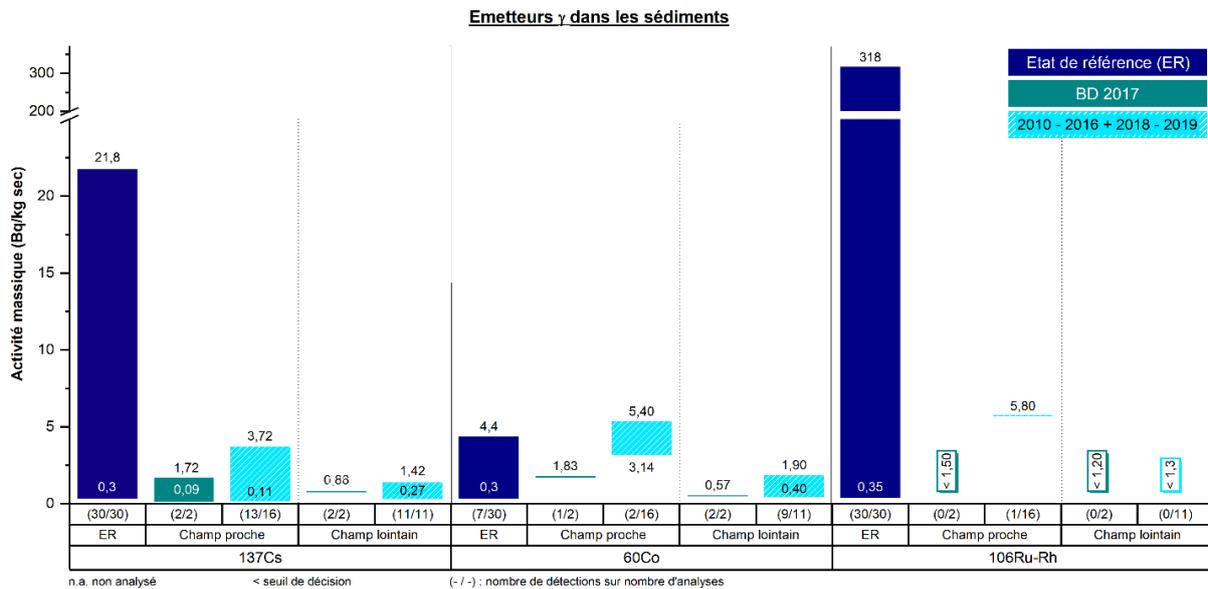


Figure 6.k : Activités massiques des radionucléides émetteurs gamma dans les sédiments prélevés en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet

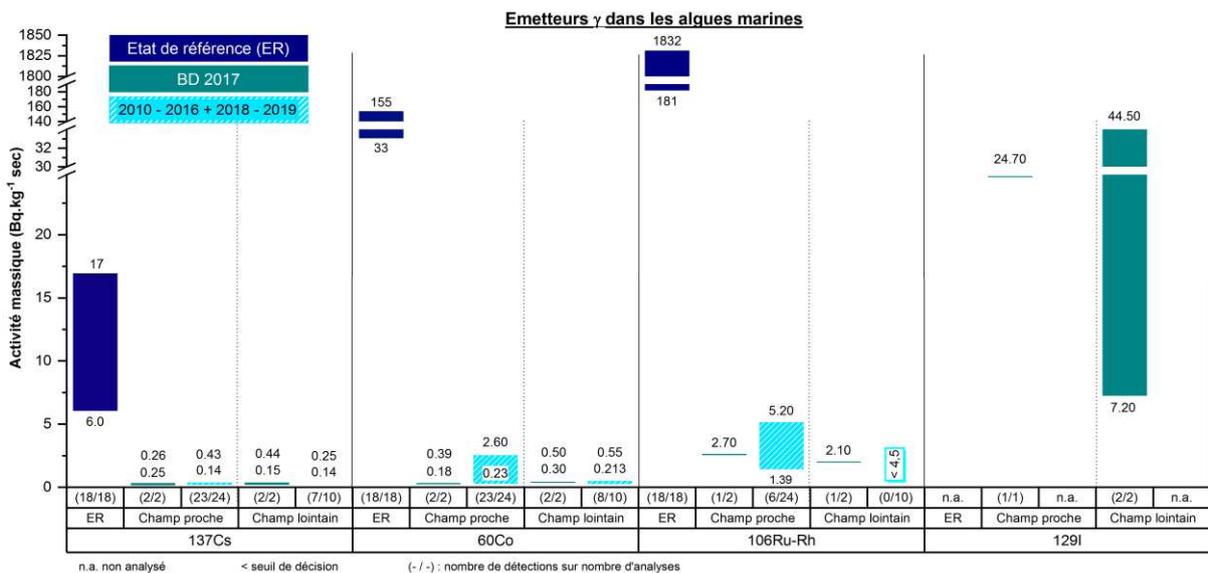


Figure 6.l : Activités massiques des radionucléides émetteurs gamma dans les algues marines prélevées en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet

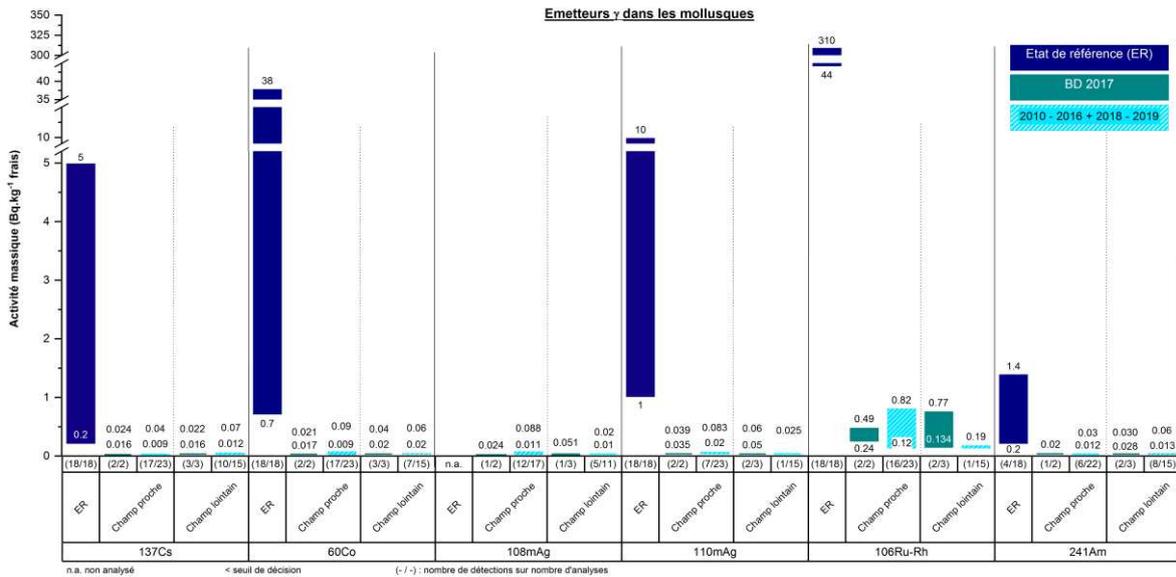


Figure 6.m : Activités massiques des radionucléides émetteurs gamma dans les mollusques prélevés en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet

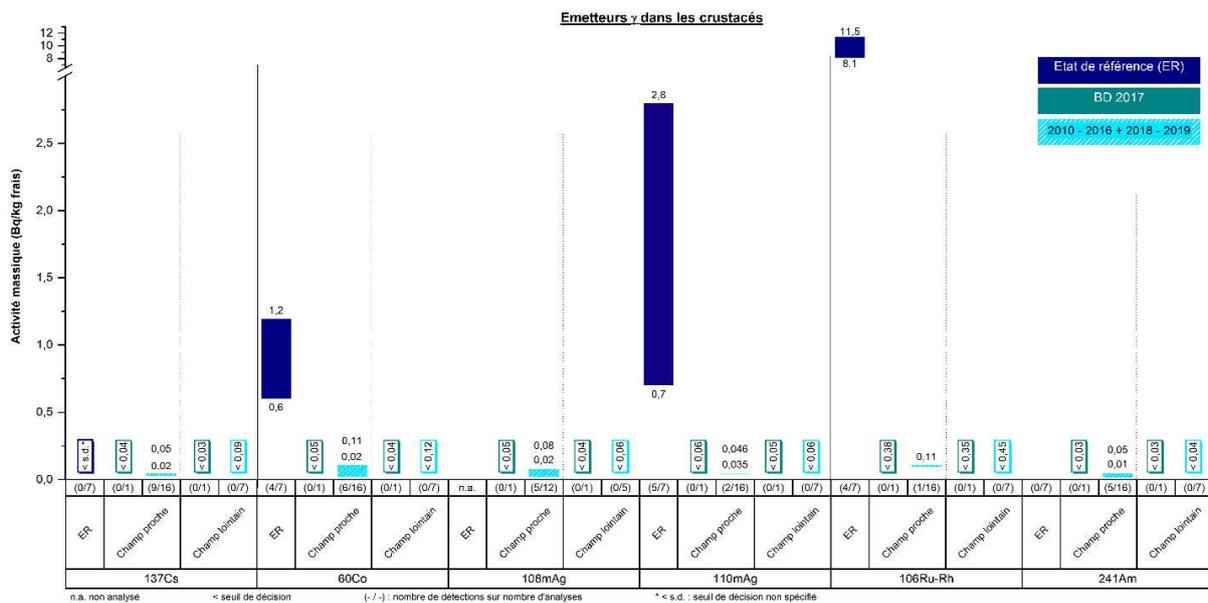


Figure 6.n : Activités massiques des radionucléides émetteurs gamma dans les crustacés prélevés en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet

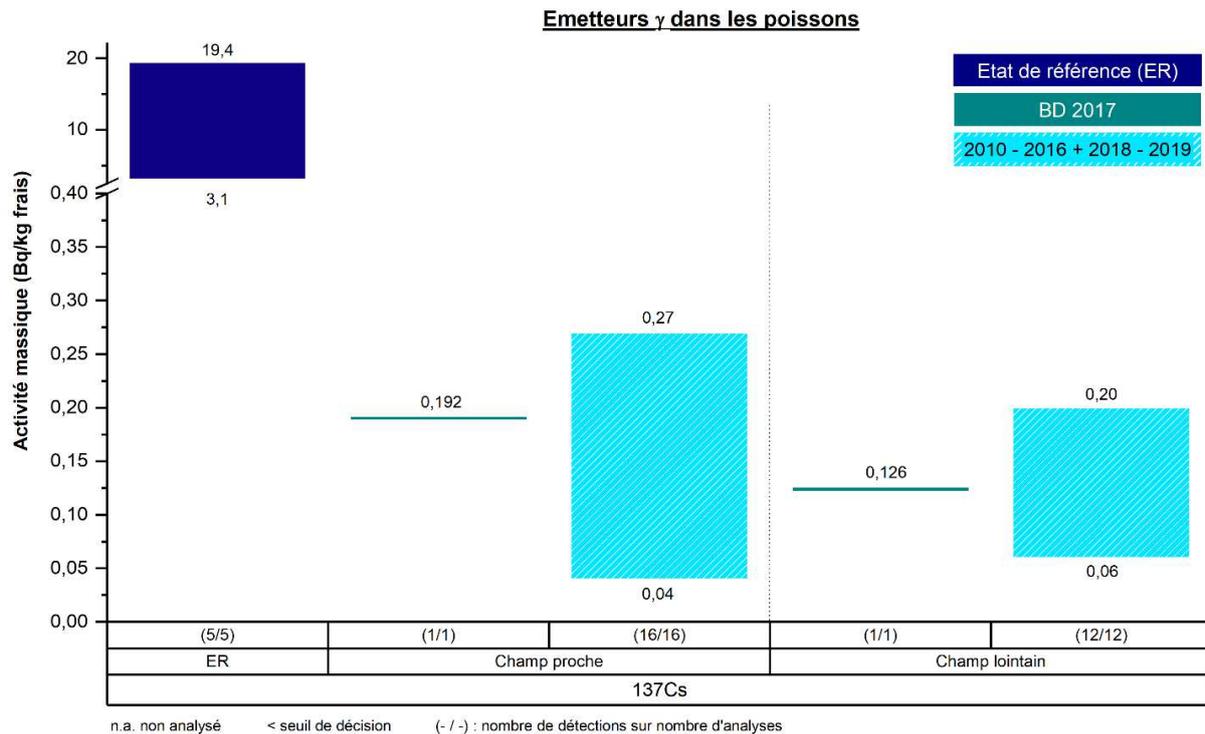


Figure 6.o : Activités massiques des radionucléides émetteurs gamma dans les poissons prélevés en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet

Du **cobalt 58** est détecté à l'état de traces dans un échantillon d'algues en 2016 en champ proche. La présence ponctuelle de ce radionucléide est à relier aux rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville.

Du **cobalt 60** est détecté régulièrement sur la période [2010-2019] dans les sédiments en champ lointain et ponctuellement dans le champ proche (entre 2017 et 2019). Il est également détecté de manière quasi-systématique dans les algues et à une fréquence et niveau d'activité inférieurs dans les mollusques (en champ proche et en champ lointain), avec une fréquence supérieure en champ proche dans ces deux matrices. Dans les crustacés, il est détecté ponctuellement à l'état de traces en champ proche (de $0,015 \pm 0,007$ à $0,11 \pm 0,01$ Bq/kg frais entre 2011 et 2015). Son activité est inférieure aux seuils de décision analytiques dans les poissons. Les niveaux d'activité mesurés dans les algues et les sédiments prélevés en champ proche (de $0,180 \pm 0,080$ à $5,400 \pm 0,600$ Bq/kg sec) sont supérieurs à ceux mesurés en champ lointain (de $0,213 \pm 0,099$ à $1,90 \pm 0,28$ Bq/kg sec). Seuls les mollusques présentent des valeurs comparables entre le champ proche et le champ lointain (de $0,009 \pm 0,004$ à $0,09 \pm 0,02$ Bq/kg frais). Ces résultats attestent de

l'influence des rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville, potentiellement associée à l'influence des rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague.

L'argent 110 métastable est détecté sporadiquement à l'état de traces, en champ proche uniquement dans les algues ($0,170 \pm 0,090$ Bq/kg sec) et les crustacés (de $0,035 \pm 0,010$ à $0,046 \pm 0,022$ Bq/kg frais en 2015 et 2016) et dans les mollusques, à des niveaux d'activité comparables entre le champ proche et le champ lointain (de $0,020 \pm 0,005$ à $0,083 \pm 0,012$ Bq/kg frais depuis 2015). Les niveaux d'activités mesurés, supérieurs en champ proche dans les algues et les crustacés, sont liés aux rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville.

Des traces d'**argent 108 métastable** (de $0,011 \pm 0,004$ à $0,088 \pm 0,013$ Bq/kg frais) sont également régulièrement détectées sur la période [2010-2019] dans les mollusques à des niveaux d'activités supérieurs en champ proche par rapport au champ lointain et dans les crustacés uniquement en champ proche (à une fréquence moindre). Son origine est incertaine mais une influence du CNPE ne peut être exclue.

Des traces de **ruthénium-rhodium 106**, mises en évidence régulièrement dans les mollusques entre 2010 et 2019 prélevés en champ proche et en champ lointain et sporadiquement dans les crustacés (de $0,11 \pm 0,05$ à $0,820 \pm 0,130$ Bq/kg frais dans ces deux matrices), les sédiments et les algues (de $1,39 \pm 0,68$ à $5,8 \pm 1,0$ Bq/kg sec dans ces deux matrices) traduisent l'influence des rejets d'effluents liquides de l'usine de retraitement ORANO de La Hague, ce radionucléide n'étant pas rejeté par le CNPE.

L'**américium 241** est recherché dans les sédiments, les algues brunes, les mollusques, les crustacés et les poissons. Les activités mesurées sont inférieures aux seuils de décision analytiques dans l'ensemble des échantillons analysés, à l'exception de détectations régulières dans les mollusques (patelles) dans le champ proche et le champ lointain (de $0,012 \pm 0,004$ à $0,06 \pm 0,01$ Bq/kg frais) et à une fréquence moindre dans les crustacés (homards) uniquement dans le champ proche (de $0,01 \pm 0,006$ à $0,05 \pm 0,01$ Bq/kg frais). Absent des rejets du CNPE, ce radionucléide trouve son origine dans les rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague.

L'**iode 129**, est recherché dans les algues et les mollusques à l'occasion du bilan décennal de 2017. Les activités mesurées sont comparables entre le champ proche et le champ lointain dans les mollusques (de $0,050 \pm 0,021$ à $0,191 \pm 0,035$ Bq/kg frais) et supérieures en champ lointain dans les algues (de $7,2 \pm 0,8$ à $44,5 \pm 4,7$ Bq/kg sec) par rapport au champ proche ($24,7 \pm 2,6$ Bq/kg sec). Absent des rejets du CNPE, ce radionucléide trouve son origine dans les rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague.

L'**iode 131**, est recherché lors des suivis annuels dans les algues entre 2010 et 2019 et lors du bilan décennal de 2017 dans les algues et les mollusques. Il est détecté uniquement en 2019 dans les algues prélevées dans le champ proche (Cf. [Figure 6.p](#)). La détection d'iode 131 peut être reliée aux rejets d'effluents liquides du CNPE.

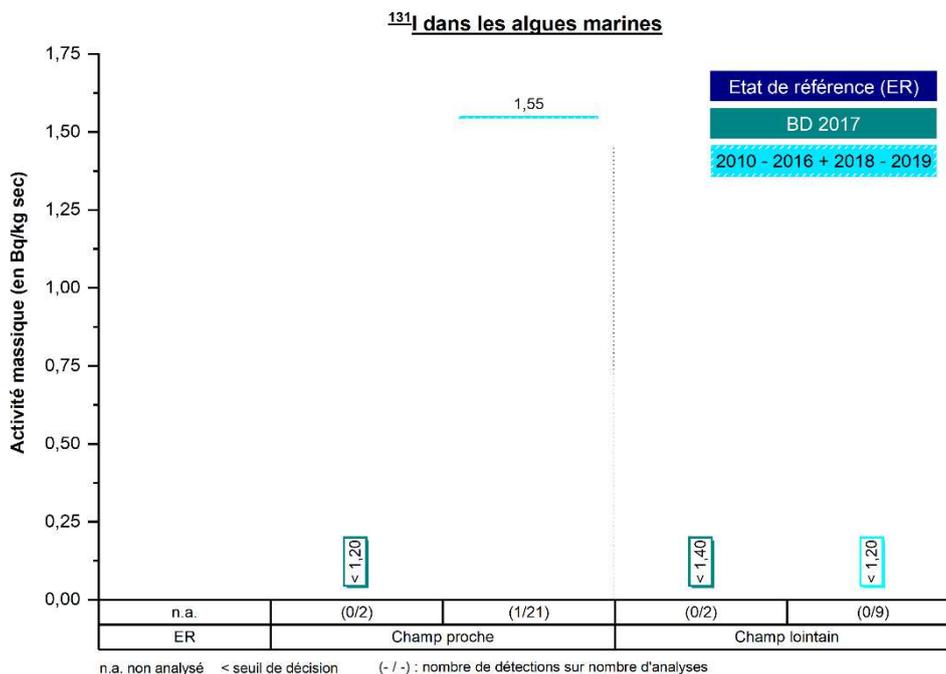


Figure 6.p : Activités massiques de l'iode 131 dans les algues marines prélevées en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet

Il ressort de cette analyse que les niveaux de radioactivité des radionucléides émetteurs gamma (γ) d'origine artificielle présents dans l'environnement au voisinage du CNPE de Flamanville ont trois sources principales : les retombées atmosphériques globales (essais nucléaires aériens et accident de Tchernobyl), les rejets (en diminution) de l'usine de retraitement ORANO de La Hague et les effluents liquides du CNPE de Flamanville. La baisse des activités mesurées observée depuis le début des années 1990 se poursuit, en lien avec la diminution des rejets des installations. Le césium 137 peut avoir ces trois origines, le cobalt 60 peut quant à lui provenir des rejets de l'usine de retraitement ORANO et du CNPE de Flamanville. Les détections de traces de cobalt 58, d'iode 131 et d'argent 110 métastable traduisent une influence des rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville. L'origine des détections à l'état de traces d'argent 108 métastable est incertaine mais une contribution du CNPE ne peut être exclue. Le ruthénium-rhodium 106, l'américium 241 et l'iode 129 sont caractéristiques des rejets de l'usine de retraitement d'ORANO.

6.1.5.2.2. Radionucléides émetteurs Bêta

À l'occasion du bilan décennal de 2017, les principaux radionucléides émetteurs β (tritium libre et organique et carbone 14) font l'objet d'une recherche spécifique dans la majorité des matrices de l'environnement aquatique (sédiments, algues, mollusques, crustacés, poissons, eau de boisson et eau de mer). À cette occasion, le nickel 63, ainsi que le fer 55 et le technétium 99 sont également recherchés dans les sédiments, les algues et les mollusques. Lors des suivis annuels, le tritium et le carbone 14, présents dans les rejets du CNPE sont suivis dans les matrices les plus adaptées. À l'occasion des suivis annuels de 2018 et 2019, le nickel 63 et le fer 55 sont également recherchés dans les algues.

6.1.5.2.2.1. Tritium

Le **tritium libre (HTO)** fait l'objet d'un suivi annuel depuis 2000 dans l'eau de boisson et depuis 2015 dans les algues. Il est recherché lors des suivis annuels en 2010, 2015 et 2016 dans les poissons, de 2011 à 2017 dans les mollusques et en 2015 et 2016 dans les crustacés.

La [Figure 6.q](#) montre que les activités en **tritium libre (HTO)** mesurées dans les matrices marines sur la période [2010-2019] sont supérieures en champ proche (de $2,5 \pm 0,8$ à $23,9 \pm 1,1$ Bq/L d'eau de déshydratation) par rapport au champ lointain (de $1,8 \pm 0,6$ à $13,1 \pm 1,0$ Bq/L d'eau de déshydratation). Elles sont globalement comprises dans la gamme de variabilité environnementale en Manche (entre 0,3 et 10 Bq/L d'eau de déshydratation²⁶) du fait de l'influence des rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague, à l'exception de valeurs ponctuelles supérieures à ce bruit de fond, mesurées dans les mollusques en champ proche en 2011, 2012 et 2014 (de $11,2 \pm 0,9$ à $16,2 \pm 1,2$ Bq/L d'eau de déshydratation) et les poissons (de $12,8 \pm 0,9$ à $23,9 \pm 1,1$ Bq/L d'eau de déshydratation) dans le champ proche en 2010, 2015 et 2016 et le champ lointain en 2016. Ces résultats sont liés à l'influence de l'usine de retraitement ORANO de La Hague et dans une moindre mesure aux rejets tritiés du CNPE de Flamanville pour les mesures supérieures en champ proche dans les matrices marines.

Dans l'eau de boisson, l'activité est comprise entre $0,9 \pm 0,5$ et $0,9 \pm 0,6$ Bq/L, conformément aux niveaux attendus hors influence d'industrie nucléaire.

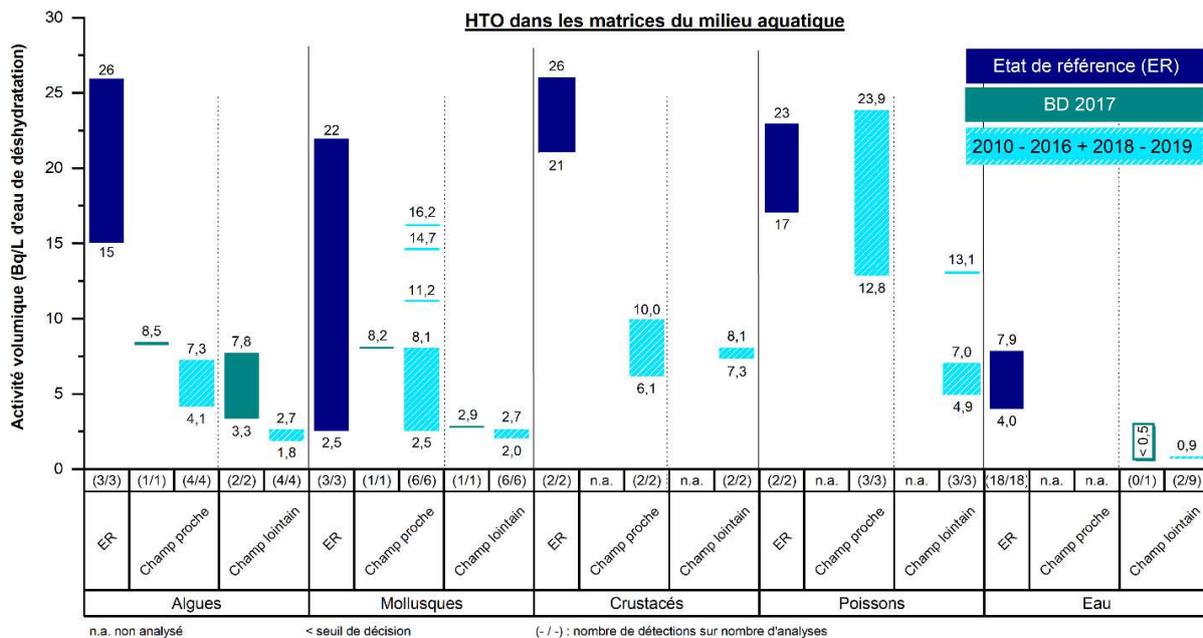


Figure 6.q : Activités volumiques du tritium libre (HTO) dans les matrices de l'environnement aquatique prélevées en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet

²⁶ IRSN, juillet 2017. Actualisation des connaissances acquises sur le tritium dans l'environnement. PRP-ENV/SERIS/2017-00004, 76p.

Le **tritium organiquement lié (TOL)** a fait l'objet d'un suivi annuel à partir de 2012 dans les mollusques et de 2015 dans les poissons et les crustacés. Lors du bilan décennal de 2017, il est recherché dans les sédiments²⁷ et les algues. Il fait également l'objet d'un suivi annuel à partir de 2018 dans les algues. Les mesures de **tritium organiquement lié (TOL)** présentées à la [Figure 6.r](#) dans les algues, les mollusques, les crustacés et les poissons sont supérieures en champ proche (de $6,5 \pm 0,7$ à $17,1 \pm 1,4$ Bq/L d'eau de combustion), par rapport au champ lointain (de $2,3 \pm 1,4$ à $11,3 \pm 0,9$ Bq/L d'eau de combustion). Elles sont néanmoins comprises dans la gamme de variabilité environnementale en Manche (entre 2 et 16 Bq/L d'eau de combustion²⁸) du fait de l'influence des rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague. Toutefois, les activités en TOL supérieures au niveau ambiant en champ proche dans toutes les matrices marines sont liées aux rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville.

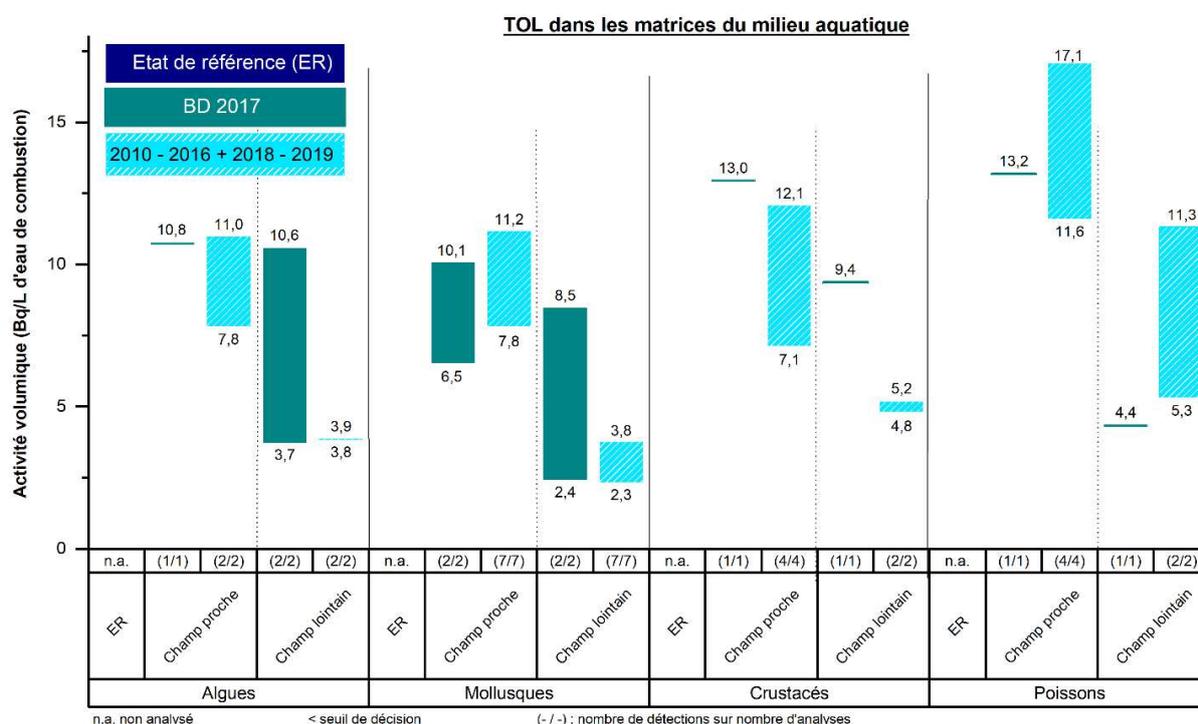


Figure 6.r : Activités volumiques du tritium organiquement lié (TOL) dans les matrices de l'environnement aquatique prélevées en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet

Il ressort de cette analyse que les niveaux d'activité en tritium libre (HTO) et tritium organiquement lié (TOL) mesurés dans l'environnement aquatique du CNPE de Flamanville sont liés à l'influence des rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague, à laquelle se superpose en champ proche celle du CNPE de Flamanville.

²⁷ Les mesures en TOL réalisées dans les sédiments lors du bilan décennal de 2017 sont inexploitable dans l'état car elles ne peuvent pas être exprimées en Bq/L d'eau de combustion en raison d'un pourcentage d'hydrogène inférieur à 0,3 %.

²⁸ IRSN, juillet 2017. Actualisation des connaissances acquises sur le tritium dans l'environnement. PRP-ENV/SERIS/2017-00004, 76p.

6.1.5.2.2.2. Carbone 14

L'activité en **carbone 14** fait l'objet d'un suivi annuel depuis 2012 dans les mollusques, à partir de 2015 dans les poissons. Lors du bilan décennal de 2017, elle est également mesurée dans les sédiments et les algues. Il fait également l'objet d'un suivi annuel depuis 2018 dans les algues.

Les activités spécifiques en **carbone 14** mesurées en champ proche et en champ lointain dans l'ensemble des matrices (de 281 ± 9 à 590 ± 29 Bq/kg de carbone) sont supérieures au bruit de fond en carbone 14 observé hors influence dans les matrices collectées en entrée de Manche (240 ± 2 Bq/kg de carbone²⁹).

Les niveaux d'activités en carbone 14 mesurés dans les sédiments, les mollusques, les poissons et l'eau de mer sont comparables entre le champ proche (de 292 ± 14 à 590 ± 290 Bq/kg de carbone) et le champ lointain (de 281 ± 9 à 514 ± 30 Bq/kg de carbone). Dans les mollusques et les algues, les niveaux d'activité mesurés semblent en général supérieurs en champ proches par rapport au champ lointain même si pour les algues le peu de mesures ne permet pas d'être conclusif. Ces résultats sont à relier aux rejets d'effluents de l'usine de retraitement ORANO de La Hague et du CNPE de Flamanville (Cf. [Figure 6.s](#)).

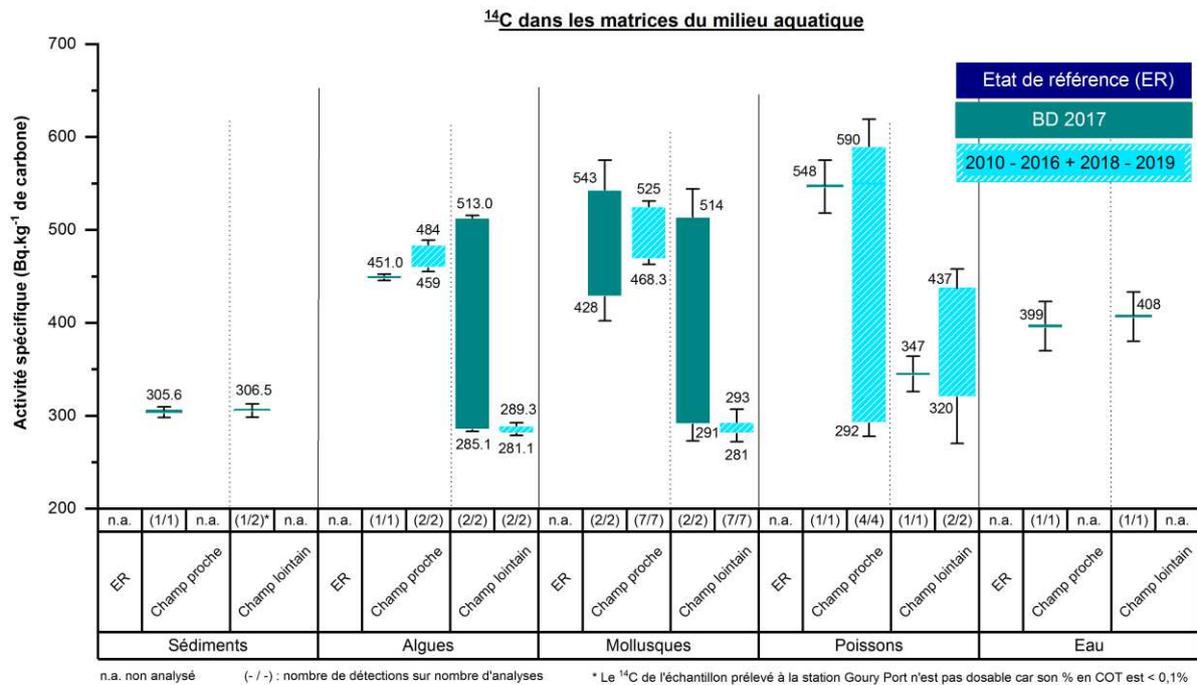


Figure 6.s : Activités spécifiques du carbone 14 dans les matrices de l'environnement aquatique prélevées en champ proche et en champ lointain par rapport au point de rejet

Il ressort de cette analyse que les activités en carbone 14 mesurées dans les matrices aquatiques prélevées dans l'environnement aquatique du CNPE (sédiments, algues, mollusques, poissons et eau de mer) sont à relier principalement aux rejets d'effluents liquides de l'usine de retraitement ORANO de La Hague. Néanmoins, une contribution des rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville ne peut être totalement exclue.

²⁹ Roussel-Debet S. (2014) Synthèse du suivi radioécologique 2013 des 19 centres nucléaires de production d'électricité en exploitation. IRSN. PRP-ENV/SESURE/2014-34, 132p.

6.1.5.2.2.3. Strontium 90

La recherche de radionucléides non présents dans les rejets du CNPE, tel que le strontium 90, est réalisée à fréquence décennale pour acquérir des valeurs de référence dans l'environnement proche.

Lors du bilan décennal de 2017, le **strontium 90** est recherché dans les sédiments et les algues. Toutes les activités mesurées sont inférieures aux seuils de décision analytiques ($\leq 0,60$ Bq/kg sec).

6.1.5.2.2.4. Technétium 90

La recherche de radionucléides non présents dans les rejets du CNPE de Flamanville tel que le **technétium 99** est réalisée à une fréquence décennale pour acquérir des valeurs de référence dans l'environnement proche.

Lors du bilan décennal de 2017, le **technétium 99** est mesuré dans les sédiments (uniquement en champ lointain), les algues et les mollusques en champ proche et en champ lointain, à des activités cohérentes avec les valeurs attendues du fait des rejets en technétium 99 de l'usine de retraitement ORANO de La Hague de $0,31 \pm 0,23$ à $5,6 \pm 2,3$ Bq/kg sec dans les sédiments et les algues et de $0,11 \pm 0,07$ à $0,18 \pm 0,08$ Bq/kg frais dans les mollusques).

Il ressort de cette analyse que le technétium 99 trouve son origine dans les rejets de l'usine ORANO de La Hague.

6.1.5.2.2.5. Nickel 63

À l'occasion du bilan décennal en 2017, le **nickel 63** est recherché dans les sédiments, les algues et les mollusques. Il fait également l'objet de mesures dans les algues lors des suivis annuels de 2018 et 2019. Dans les sédiments et les algues, les activités mesurées sont supérieures en champ proche (de $0,53 \pm 0,05$ à $1,58 \pm 0,21$ Bq/kg sec) par rapport à celles observées en champ lointain (de $0,41 \pm 0,05$ à $0,78 \pm 0,11$ Bq/kg sec). En revanche, dans les mollusques, les niveaux d'activité de ce radionucléide, détecté à l'état de traces, sont supérieurs dans le champ lointain (de $0,036 \pm 0,006$ à $0,055 \pm 0,009$ Bq/kg frais) par rapport à celle mesurée en champ proche ($0,028 \pm 0,008$ Bq/kg frais). Ces résultats sont à relier à la fois aux activités de l'usine de retraitement ORANO de La Hague et aux rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville.

Il ressort de cette analyse que le nickel 63 trouve son origine dans les rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague et les rejets du CNPE de Flamanville.

6.1.5.2.2.6. Fer 55

À l'occasion du bilan décennal de 2017, le **fer 55** est recherché dans les sédiments, les algues et les mollusques. Il fait également l'objet de mesures dans les algues lors des suivis annuels de 2018 et 2019. Toutes les activités mesurées sont inférieures aux seuils de décision analytiques (≤ 13 Bq/kg sec dans les sédiments et les algues et $\leq 1,8$ Bq/kg frais dans les mollusques).

6.1.5.2.3. Radionucléides émetteurs Alpha

La recherche de radionucléides, non présents dans les rejets du CNPE, tels que les radionucléides émetteurs alpha est réalisée à une fréquence décennale pour acquérir des valeurs de référence dans l'environnement proche, ces radionucléides étant présents dans l'environnement du fait des essais nucléaires aériens.

Lors du bilan décennal de 2017, les radionucléides émetteurs alpha (plutonium 238, plutonium 239+240, américium 241 et curium 244) sont donc recherchés dans les sédiments, les algues et les mollusques. Tous les échantillons sont prélevés en champ proche et en champ lointain par rapport au CNPE.

Les plutonium 238, plutonium 239+240, américium 241 et curium 244 sont détectés de manière systématique dans toutes les matrices échantillonnées.

L'exploitation des rapports d'activité $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ et $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$ permet de préciser l'origine de ces radionucléides. Compris entre $0,294 \pm 0,027$ et $0,565 \pm 0,046$ pour le rapport $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ et entre $0,293 \pm 0,027$ et $2,22 \pm 0,17$ pour le rapport $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$, ces rapports sont pour la plupart supérieurs aux rapports isotopiques caractéristiques des retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens réalisés entre 1945 et 1980 dont les valeurs de référence sont respectivement 0,03 et 0,4³⁰. Ils traduisent un apport en radionucléides émetteurs alpha dans le milieu marin par les effluents liquides de l'usine de retraitement ORANO de La Hague.

Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus lors du précédent bilan radioécologique décennal de 2006, et précédemment.

Absents des rejets des effluents liquides du CNPE, il ressort de cette analyse que les niveaux de radioactivité des radionucléides émetteurs alpha mesurés dans l'environnement aquatique du CNPE de Flamanville sont à relier aux rejets d'effluents de l'usine de retraitement ORANO de La Hague.

³⁰ Masson O., Piga D., Gurriaran R. et D'Amico D. 2010. Impact of an exceptional Saharan dust outbreak in France: PM10 and artificial radionuclides concentrations in air and in dust deposit. Atmospheric Environment, 44(20): 2478-2486.

6.1.5.3. BILAN DE L'ÉTAT RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE

La radioactivité d'origine naturelle est essentiellement due au potassium 40 détecté dans les algues et dans une moindre mesure les sédiments, les mollusques, les poissons et les crustacés, ainsi qu'au béryllium 7 détecté dans les sédiments, les algues, les mollusques et les poissons. Ces radionucléides sont accompagnés, à des activités et fréquences inférieures, de ceux issus des familles du thorium 232 et de l'uranium 238.

Les **radionucléides d'origine artificielle** détectés dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville peuvent être classés en trois catégories :

- les radionucléides rejetés principalement au cours des dernières années par le CNPE de Flamanville (^{58}Co , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{131}I ...);
- les radionucléides présents dans les rejets du CNPE, mais ayant d'autres sources potentielles, notamment les rejets d'effluents de l'usine de retraitement ORANO de La Hague (^{14}C , ^3H , ^{60}Co , ^{63}Ni ...), et les retombées atmosphériques des essais nucléaires et de Tchernobyl (^{137}Cs ...);
- les radionucléides qui ne sont pas présents dans les rejets du CNPE de Flamanville et qui proviennent d'autres sources, notamment les rejets d'effluents de l'usine de retraitement ORANO de la Hague (^{241}Am , ^{106}Ru , ^{129}I , ^{99}Tc ...) et les retombées des essais nucléaires anciens (**isotopes du plutonium**...).

La radioactivité gamma d'origine artificielle présente dans l'environnement aquatique au voisinage du CNPE trouve son origine dans les rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague, auxquels se superpose dans une moindre mesure l'influence des rejets réalisés par le CNPE de Flamanville et des retombées globales anciennes (essais nucléaires atmosphériques et accident de Tchernobyl). Les rejets liquides du CNPE de Flamanville et de l'usine de retraitement ORANO de La Hague sont à l'origine de détections en cobalt 60. Les rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague sont également à l'origine de la détection dans l'environnement aquatique au voisinage du CNPE de Flamanville de ruthénium 106, d'américium 241 et d'iode 129. Les rejets liquides du CNPE de Flamanville sont à l'origine de détections en cobalt 58, iode 131, argent 110 métastable et probablement d'argent 108 métastable. Les retombées globales anciennes (essais nucléaires aériens et accident de Tchernobyl) sont encore visibles par la détection de césium 137 et des isotopes du plutonium.

Les activités en tritium libre, organiquement lié et carbone 14 mesurées au voisinage du CNPE de Flamanville sont globalement comprises dans la gamme de variabilité environnementale de la Manche du fait de l'influence des rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague. Néanmoins, une influence des rejets d'effluents liquides tritiés du CNPE de Flamanville est visible sur certaines valeurs supérieures en champ proche. Cette influence a un impact négligeable.

Le technétium 99, le nickel 63 et les radionucléides émetteurs alpha (α) (plutonium 238, plutonium 239 et 240, américium 241 et curium 244) détectés dans l'environnement aquatique au voisinage du CNPE de Flamanville proviennent des rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague. Les niveaux d'activités mesurées en nickel 63 dans certaines matrices aquatiques peuvent également avoir pour origine les rejets du CNPE de Flamanville.

Les résultats des études radiologiques montrent que la radioactivité d'origine artificielle présente dans l'environnement aquatique proche du CNPE de Flamanville est principalement issue des rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague, et dans une moindre mesure des retombées atmosphériques anciennes (essais nucléaires aériens et accident de Tchernobyl) et des rejets réalisés par le CNPE de Flamanville. La surveillance hydroécologique réalisée de 2010 à 2019 dans l'environnement du CNPE de Flamanville ne montre pas d'évolution anormale de l'état du milieu aquatique imputable au fonctionnement de la centrale (Cf. [Chapitre 4](#)).

6.1.6. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR L'ÉTAT RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

La radioactivité présente dans l'environnement terrestre et aquatique au voisinage du CNPE de Flamanville est majoritairement d'origine naturelle et est essentiellement due au potassium 40 et au béryllium 7, dont les niveaux d'activité sont stables dans l'environnement au voisinage du CNPE depuis l'état de référence initial.

Dans l'environnement terrestre au voisinage du CNPE de Flamanville, la radioactivité d'origine artificielle provient majoritairement des retombées des essais nucléaires aériens et de l'accident de Tchernobyl. Ces événements anciens sont à l'origine de la détection du césium 137 et, uniquement pour les essais nucléaires, de strontium 90 et de radionucléides émetteurs alpha (plutonium 238, plutonium 239 et 240, américium 241 et curium 244). Les retombées des essais nucléaires aériens participent également au bruit de fond d'activité en tritium et carbone 14 bien que cette contribution diminue avec le temps. Ces deux radionucléides sont par ailleurs produits par voie naturelle et font également partie des radionucléides présents dans les rejets d'effluents liquides des installations du site. La détection ponctuelle dans un échantillon de lierre de cobalt 60 pourrait trouver son origine dans les rejets d'effluents de l'usine de retraitement ORANO de La Hague, transportés par les aérosols ou les embruns apportés par la mer. À l'exception d'un marquage ponctuel en tritium (libre et organiquement lié) et en carbone 14 dans certaines matrices, à proximité immédiate du CNPE, aucune autre contribution des rejets d'effluents du CNPE de Flamanville aux activités mesurées dans l'environnement terrestre n'est mise en évidence. L'impact associé aux rejets d'effluents atmosphériques du CNPE est négligeable.

Dans l'environnement marin, la radioactivité d'origine artificielle trouve son origine dans les rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague, auxquels se superpose dans une moindre mesure l'influence des rejets réalisés par le CNPE de Flamanville et dans les retombées globales anciennes (essais nucléaires aériens et accident de Tchernobyl). Le technétium 99, le ruthénium 106, l'américium 241, l'iode 129, et les radionucléides émetteurs alpha, détectés dans l'environnement aquatique proviennent des rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague. Les niveaux d'activités mesurées en nickel 63, cobalt 60, tritium et carbone 14 dans certaines matrices aquatiques peuvent avoir une double origine : les rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague et les rejets du CNPE de Flamanville. Les rejets liquides du CNPE de Flamanville sont également à l'origine de détections de cobalt 58, d'argent 110 métastable, d'iode 131 et probablement d'^{108m}Ag. Les retombées globales anciennes (essais nucléaires aériens et accident de Tchernobyl) sont encore visibles par la détection de césium 137 et des isotopes du plutonium. La surveillance hydroécologique réalisée de 2010 à 2019 dans l'environnement du CNPE de Flamanville ne montre pas d'évolution anormale de l'état du milieu aquatique imputable au fonctionnement du CNPE (Cf. [Paragraphe 4.2.3.1 du Chapitre 4](#)).

L'analyse des résultats de la surveillance radioécologique réalisée par l'exploitant au voisinage du CNPE de Flamanville, sur la période [2010-2019], permet ainsi de mettre en évidence la composante naturelle de la radioactivité, les contributions respectives des retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens et de l'accident de Tchernobyl, des rejets de l'usine de retraitement ORANO de La Hague ainsi que celles liées aux rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides du CNPE de Flamanville.

Il ressort de cette analyse que la radioactivité présente dans l'environnement terrestre et aquatique au voisinage du CNPE de Flamanville est majoritairement d'origine. L'impact des rejets autorisés d'effluents du CNPE de Flamanville est négligeable.

↘ ÉVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT EN L'ABSENCE DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET

Donner un aperçu de l'évolution probable de l'état radiologique de l'environnement nécessite de connaître l'origine des radionucléides susceptibles d'être détectés. On distingue deux grandes familles : la première, majoritaire, caractérise les radionucléides d'origine naturelle (cosmique et tellurique) et la seconde caractérise les radionucléides d'origine artificielle (retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens [1945 à 1980], accidents nucléaires (Tchernobyl en 1986 et Fukushima en 2011), rejets autorisés d'INB, sites de fabrication et de retraitement du combustible, sites de stockage, sites militaires et établissements de santé. Certains radionucléides comme le carbone 14 et le tritium possèdent une double origine (naturelle et artificielle).

Ainsi, en l'absence de mise en œuvre du projet, la radioactivité d'origine naturelle resterait inchangée. La radioactivité d'origine artificielle liée aux événements anciens (retombées des essais nucléaires aériens et accident de Tchernobyl), serait appelée à diminuer à long terme dans l'environnement en fonction des périodes de demi-vie des différents radionucléides. La radioactivité d'origine artificielle liée aux rejets d'effluents des réacteurs 1 et 2 serait inchangée.

6.2.

ANALYSE DES INCIDENCES

Afin d'évaluer l'incidence des rejets passés d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques des installations du site de Flamanville sur l'environnement, une analyse rétrospective est réalisée dans un premier temps, en considérant les résultats de l'état de référence initial (point zéro), des bilans décennaux et des suivis annuels, objet du [Paragraphe 6.1](#).

Dans un deuxième temps, une analyse prospective est réalisée via l'utilisation de l'outil européen ERICA d'évaluation du risque radiologique sur les écosystèmes terrestre et aquatique aux limites de rejets du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2).

6.2.1. ÉVALUATION RÉTROSPECTIVE SUR LA BASE DES MESURES EFFECTUÉES DANS L'ENVIRONNEMENT

L'évaluation rétrospective de l'état radiologique de l'environnement au voisinage du site de Flamanville s'appuie sur les études radioécologiques « bas bruit de fond » menées avant et depuis la mise en service du site.

Ces études radioécologiques sont fondées sur un programme d'échantillonnage et d'analyses qui vise à caractériser finement les niveaux de radioactivité dans l'environnement et à évaluer dans quelle mesure l'exploitation des installations du site contribue à l'apport de radionucléides artificiels sur le long terme dans le milieu récepteur au regard des autres sources potentielles.

Les résultats de mesures sont présentés pour l'environnement terrestre, au [Paragraphe 6.1.4](#) et pour l'environnement aquatique, au [Paragraphe 6.1.5](#).

En conclusion, les rejets d'effluents radioactifs effectués jusqu'à ce jour par les réacteurs 1 et 2 du CNPE de Flamanville n'ont globalement pas modifié les caractéristiques radiologiques des milieux terrestre et aquatique. La radioactivité présente dans l'environnement aquatique et terrestre du site de Flamanville est majoritairement d'origine naturelle et est du même ordre de grandeur depuis l'état de référence initial. Même si, les rejets autorisés des effluents du CNPE de Flamanville conduisent à des détections en champs proche, de certains radionucléides, le fonctionnement du CNPE de Flamanville n'a pas conduit à une augmentation significative des niveaux de radioactivité dans l'environnement.

6.2.2. ÉVALUATION PROSPECTIVE DU RISQUE ENVIRONNEMENTAL

Afin d'évaluer l'incidence potentielle des rejets d'effluents radioactifs du site de Flamanville, une évaluation du risque environnemental est réalisée avec l'outil ERICA selon les étapes présentées ci-dessous, qui sont explicitées dans les [Paragraphe 6.2.2.1.1 à 6.2.2.1.4](#) pour l'environnement terrestre et dans les [Paragraphe 6.2.2.2.1 à 6.2.2.2.4](#) pour l'environnement aquatique :

- Étape 1 : Définition des voies d'exposition et des organismes de référence.
- Étape 2 : Détermination des points d'intérêt retenus.
- Étape 3 : Évaluation des activités dans l'air et dans les sols pour l'environnement terrestre et dans l'eau et les sédiments pour l'environnement aquatique.
- Étape 4 : Évaluation des débits de dose reçus par les organismes de référence.
- Étape 5 : Évaluation du risque environnemental par comparaison des débits de dose calculés avec la valeur de débit total de dose sans effet de 10 $\mu\text{Gy/h}$.

Dès l'étape 2, les limites actuelles de rejets du site et les spectres définis³¹ au [Paragraphe 2.4.3 du Chapitre 2](#) sont considérées.

Les étapes 4 et 5 font appel à l'utilisation de l'outil ERICA, développé dans le cadre d'un programme de recherche européen [2004-2007], permettant l'évaluation du risque environnemental induit par la présence de radionucléides dans l'environnement terrestre et aquatique. La présente évaluation est effectuée avec la version V1.2.1 de février 2016 de cet outil. L'outil est utilisé par EDF pour les études d'impact depuis 2008. Les principales hypothèses, paramètres et caractéristiques des calculs sont présentés dans le [Paragraphe 6.5](#).

6.2.2.1. ÉVALUATION PROSPECTIVE DU RISQUE ENVIRONNEMENTAL DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS À L'ATMOSPHÈRE

6.2.2.1.1. Définition des voies d'exposition et des organismes de référence pour l'écosystème terrestre

La méthode ERICA repose sur un modèle conceptuel simplifié d'écosystème récepteur : l'exposition externe ou interne de chaque organisme de référence est établie en fonction de son milieu de vie (air/sol et air/eau).

Ainsi pour l'écosystème terrestre, l'exposition externe sera évaluée différemment selon si les organismes vivent dans le sol (invertébré du sol), à la surface du sol (gastéropode, mammifère), partiellement dans le sol (herbe, arbre) ou dans l'air (insecte volant).

De même, les voies d'exposition interne retenues sont les voies foliaire et racinaire pour les végétaux ; l'inhalation, l'abreuvement, l'ingestion de sol et de végétaux issus du milieu récepteur pour les mammifères herbivores.

Les organismes de référence représentatifs de l'écosystème terrestre intégrés dans l'outil ERICA sont présentés dans le [Tableau 6.b](#).

³¹ Ces spectres ont été établis à partir des rejets moyens des sites REP 1300 MW sur la période [2005-2014]. Le spectre des autres PF/PA est constitué de radionucléides du spectre de référence complété de radionucléides « autres » détectés occasionnellement sur un ou plusieurs sites du palier considéré.

La liste des espèces présentes dans l'environnement terrestre du site de Flamanville a été consultée (Cf. [Chapitre 7](#)) afin de déterminer si les organismes génériques référencés dans l'outil ERICA pour l'écosystème terrestre sont adaptés à l'évaluation du risque environnemental dans le cadre du fonctionnement du site. Les caractéristiques morphologiques, biologiques et comportementales de ces espèces ont été examinées afin de déterminer si elles permettaient de les associer à l'un des organismes de référence intégrés à l'outil ERICA. Toutes les espèces présentes dans l'environnement terrestre du site de Flamanville ont pu être assimilées à un organisme générique de l'outil ERICA.

Tableau 6.b : Organismes de référence de l'outil ERICA pour l'écosystème terrestre

Écosystème terrestre		
Amphibien	Herbes et pelouses	Gastéropode
Annélide	Lichen et bryophytes	Reptile
Arthropode détritivore	Mammifère (grand)	Arbuste
Oiseau	Mammifère (petit fouisseur)	Arbre
Insecte volant	/	/

6.2.2.1.2. Détermination des points d'intérêt retenus

Les deux critères principaux guidant la sélection des points retenus pour évaluer le risque environnemental lié aux rejets d'effluents émis à l'atmosphère par le site de Flamanville sont la définition des zones les plus influencées par les vents dominants et des points d'intérêt écologique des zones considérées. Les émissaires de rejets d'effluents radioactifs atmosphériques considérés sont les cheminées des bâtiments des auxiliaires nucléaires (BAN) du site (Cf. [Annexe 7](#)).

La première étape a consisté à analyser la rose des vents afin d'en déterminer la direction préférentielle. L'environnement terrestre est principalement influencé par les vents provenant d'un large secteur ouest portant les rejets d'effluents atmosphériques en majorité vers le secteur est du site mais également par des vents provenant de secteur sud portant les rejets d'effluents atmosphériques vers le secteur nord et du secteur est portant les rejets d'effluents atmosphériques vers le secteur ouest.

La seconde étape consiste à définir les points d'intérêt écologique à proximité du site. L'intérêt écologique des zones est évalué en considérant les zonages écologiques français et européens (Natura 2000, ZNIEFF³²) décrits dans l'état de référence des espèces protégées et des espaces naturels (Cf. [Chapitre 7](#)). La méthodologie employée par EDF prend également en compte toute zone remarquable de l'environnement proche du site non répertoriée dans une classification écologique mais pouvant présenter un intérêt écologique car abritant des espèces faunistiques et floristiques notables.

Ainsi, 17 points ont été sélectionnés dans les zones citées précédemment, à différentes distances du site en tenant compte de la rose des vents (Cf. [Figure 6.t](#)).

³² ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique.

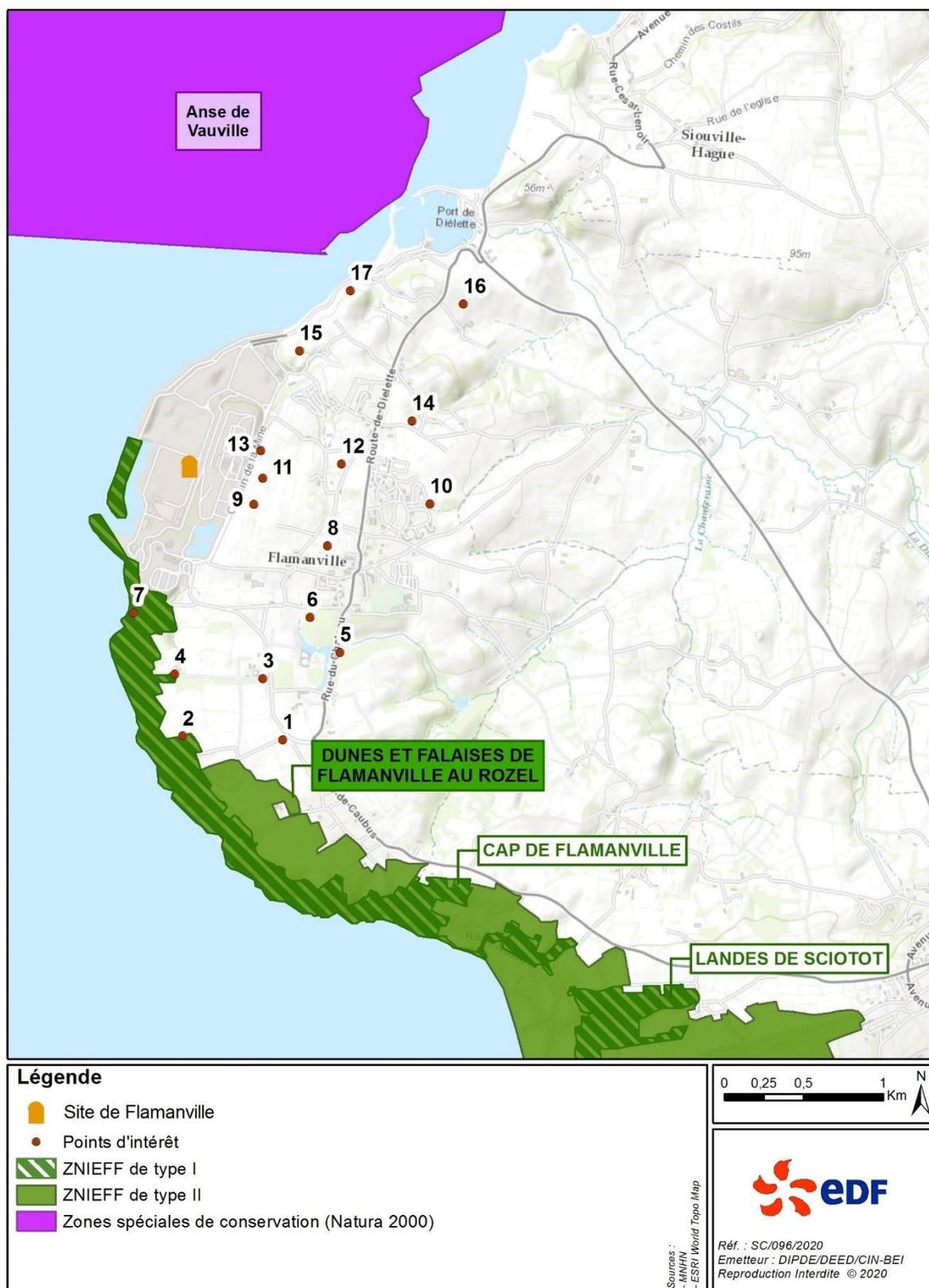


Figure 6.t : Localisation des points étudiés pour évaluer le risque environnemental des rejets d'effluents radioactifs atmosphériques du site sur l'environnement terrestre

Pour ces points, les Coefficients de Transfert Atmosphérique (CTA) ont été estimés grâce à l'outil SYMBIOSE, utilisé pour l'évaluation des conséquences radiologiques à l'homme des rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère (Cf. [Paragraphe 8.6.1 du Chapitre 8](#)). Le CTA est un coefficient permettant de quantifier la dispersion atmosphérique d'un radionucléide entre le point de rejet et le point de calcul. En chaque point, les concentrations atmosphériques et les CTA sont liés par la relation suivante :

$$C_p = CTA_p \times Q \times 10^3$$

Avec :

C_p : concentration atmosphérique de la substance (mg/m^3) en un point p de coordonnées (x ; y ; z) ;

CTA_p : Coefficient de Transfert Atmosphérique en ce point (s/m^3) ;

Q : débit massique de rejet de la substance (g/s).

Le calcul des CTA a permis de déterminer le point, parmi les 17 sélectionnés, pour lequel les activités dans l'air sont les plus grandes. La localisation des points et les CTA correspondants, sont indiqués dans le [Tableau 6.c](#).

Tableau 6.c : Coordonnées et Coefficients de Transfert Atmosphérique (CTA) des points étudiés

Lieux d'étude	Coordonnées Lambert II étendu		CTA moyen (s/m^3)
	X	Y	
Point 1	294482	2511353	$2,00 \times 10^{-7}$
Point 2	296712	2511459	$2,83 \times 10^{-7}$
Point 3	296279	2511702	$1,82 \times 10^{-7}$
Point 4	295332	2511719	$2,48 \times 10^{-7}$
Point 5	295438	2512176	$1,74 \times 10^{-7}$
Point 6	296996	2512281	$1,99 \times 10^{-7}$
Point 7	296506	2512352	$8,39 \times 10^{-8}$
Point 8	294974	2512434	$2,21 \times 10^{-7}$
Point 9	294144	2512623	$2,76 \times 10^{-7}$
Point 10	295524	2512698	$3,37 \times 10^{-7}$
Point 11	295014	2512778	$6,65 \times 10^{-7}$
Point 12	296472	2513057	$4,32 \times 10^{-7}$
Point 13	295253	2513411	$8,18 \times 10^{-7}$
Point 14	296283	2513720	$3,62 \times 10^{-7}$
Point 15	296712	2511459	$2,46 \times 10^{-7}$
Point 16	295524	2511499	$2,70 \times 10^{-7}$
Point 17	296279	2511702	$2,50 \times 10^{-7}$

La comparaison des CTA permet de déterminer la zone écologique potentiellement la plus influencée par les rejets d'effluents à l'atmosphère du site de Flamanville. Dans le cas d'étude présent, il s'agit du point 13, situé à l'est du site, au plus proche du site.

Ainsi, l'évaluation du risque environnemental associé aux rejets d'effluents radioactifs atmosphériques, aux limites de rejets actuelles du site, est réalisée au point 13.

6.2.2.1.3. Évaluation des activités dans l'air et dans les sols

De façon à considérer le scénario le plus pénalisant, l'évaluation du risque environnemental est réalisée en considérant les limites de rejets du site de Flamanville en vigueur (valeurs définies dans la décision n°2018-DC-0639 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les valeurs limites de rejet dans l'environnement des effluents des installations nucléaires de base n°108, n°109 et n°167 exploitées par Electricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville (dite décision « limites »).

Les activités dans l'environnement terrestre des radionucléides issus des spectres de rejets d'effluents à l'atmosphère du site de Flamanville sont calculées au point d'étude retenu en utilisant l'outil SYMBIOSE. La durée de fonctionnement des installations prise en compte est de 60 ans.

Les activités volumiques dans l'atmosphère et les activités massiques dans le sol ainsi obtenues sont présentées dans le [Tableau 6.d](#) et le [Tableau 6.e](#).

Dans le cas de l'évaluation du risque environnemental dans l'environnement terrestre, l'activité renseignée dans l'outil ERICA pour le tritium et le carbone 14 est l'activité volumique dans l'air contrairement aux autres radionucléides pour lesquels l'activité requise est l'activité massique dans le sol. Du fait de la paramétrisation de l'outil (non modifiable par EDF), les gaz rares sont considérés comme ne se déposant pas au sol. L'outil prend en compte les fils des familles de radionucléides d'une période inférieure à 10 jours (les Coefficients de Conversion de Dose sont combinés pour l'ensemble des radionucléides d'une famille, considérés en équilibre séculaire).

Tableau 6.d : Activités volumiques des radionucléides dans l'air au point d'étude retenu du site de Flamanville

Radionucléides	Activité volumique dans l'atmosphère (Bq/m ³)
³ H	2,90 × 10 ⁻¹
¹⁴ C	6,07 × 10 ⁻²

Tableau 6.e : Activités massiques des radionucléides potentiellement présents dans le sol au point d'étude retenu du site de Flamanville

Radionucléides	Activité massique dans le sol (Bq/kg de sol sec)
⁵⁸ Co	6,52 × 10 ⁻⁴
⁶⁰ Co	1,20 × 10 ⁻²
⁵¹ Cr	7,34 × 10 ⁻⁵
¹³⁴ Cs	2,83 × 10 ⁻³
¹³⁷ Cs	2,98 × 10 ⁻²
¹³¹ I	4,59 × 10 ⁻⁴
¹³² I	1,60 × 10 ⁻⁶
¹³³ I	9,59 × 10 ⁻⁵
¹³⁴ I	2,10 × 10 ⁻⁷
¹³⁵ I	2,12 × 10 ⁻⁶
⁵⁴ Mn	2,99 × 10 ⁻⁵
⁹⁵ Nb	2,72 × 10 ⁻⁶
¹²⁴ Sb	4,04 × 10 ⁻⁶

6.2.2.1.4. Évaluation des débits de dose et du risque environnemental sur l'environnement terrestre

Dans le cadre de cette évaluation de risque, l'évaluation de niveau 2 de l'outil ERICA est directement utilisée car l'approche proposée est plus adaptée (Cf. méthodologie au [Paragraphe 6.5.2.1](#)). En effet, l'évaluation de niveau 1 ne propose pas l'ensemble des radionucléides présents dans le spectre de rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère (^{132}I et ^{134}I), Cf. [Paragraphe 2.4.3.3.1 et 2.4.3.3.3 du Chapitre 2](#)). De plus, l'évaluation de niveau 2 permet une approche par espèce.

Le [Tableau 6.f](#) et la [Figure 6.u](#) présentent les résultats de l'évaluation du risque environnemental pour l'environnement terrestre du site de Flamanville, obtenus au point 13, en suivant l'évaluation de niveau 2 de l'outil ERICA. Ce tableau présente les débits de dose et les indices de risque³³ calculés pour chaque organisme de référence à partir des activités aux limites de rejets actuelles du site.

Tableau 6.f : Débits de dose et indices de risque calculés au point d'étude retenu

Organisme de référence	Débit de Dose total par organismes ($\mu\text{Gy/h}$)	Indice de risque (-) (valeur conservative)
Insecte volant	$1,09 \times 10^{-3}$	$3,28 \times 10^{-4}$
Mollusque gastéropode	$1,12 \times 10^{-3}$	$3,35 \times 10^{-4}$
Annélide	$1,13 \times 10^{-3}$	$3,39 \times 10^{-4}$
Arthropode détritivore	$1,13 \times 10^{-3}$	$3,40 \times 10^{-4}$
Herbe et pelouse	$1,92 \times 10^{-3}$	$5,75 \times 10^{-4}$
Arbuste	$1,92 \times 10^{-3}$	$5,76 \times 10^{-4}$
Lichen et bryophytes	$1,94 \times 10^{-3}$	$5,83 \times 10^{-4}$
Arbre	$2,70 \times 10^{-3}$	$8,11 \times 10^{-4}$
Amphibien	$2,71 \times 10^{-3}$	$8,14 \times 10^{-4}$
Oiseau	$2,78 \times 10^{-3}$	$8,34 \times 10^{-4}$
Reptile	$2,79 \times 10^{-3}$	$8,38 \times 10^{-4}$
Mammifère (petit fouisseur)	$2,81 \times 10^{-3}$	$8,43 \times 10^{-4}$
Mammifère (grand)	$2,81 \times 10^{-3}$	$8,44 \times 10^{-4}$

Les débits de dose reçus par les organismes de référence sont compris entre $1,09 \cdot 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ (insecte volant) et $2,81 \cdot 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ (mammifères). Les indices de risque calculés à partir de la valeur de débit total de dose sans effet ($10 \mu\text{Gy/h}$) sont compris entre $3,28 \cdot 10^{-4}$ et $8,44 \cdot 10^{-4}$ respectivement pour les mêmes espèces.

Comme l'illustre la [Figure 6.u](#), ces indices de risque associés aux limites de rejets d'effluents atmosphériques du site sont inférieurs à 1 et permettent de conclure au caractère négligeable du risque selon la méthodologie ERICA (Cf. [Paragraphe 6.5.2](#)).

³³ La notion d'indice (IR) de risque est définie dans la description des méthodes utilisées [Paragraphe 6.5.2.2](#).

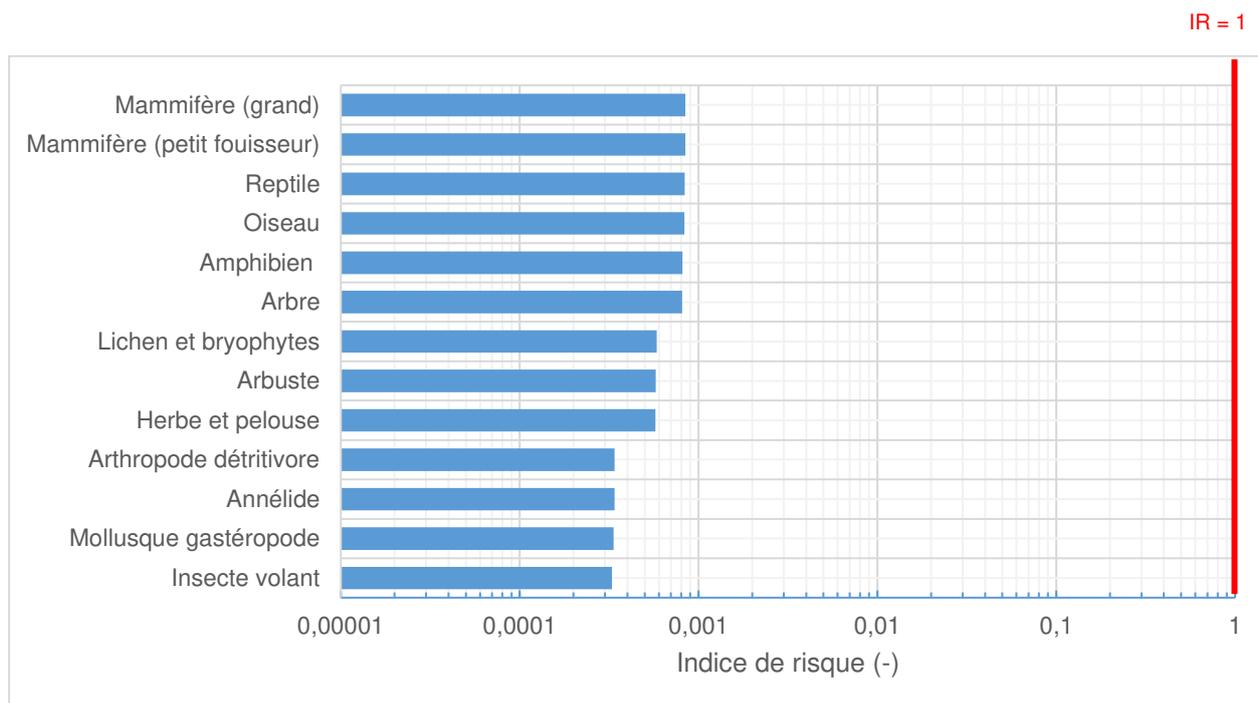


Figure 6.u : Indices de risque calculés au point d'étude pour les organismes de référence de l'écosystème terrestre

En conclusion, l'évaluation du risque environnemental associé aux rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère aux limites du site de Flamanville, réalisée selon la méthodologie ERICA, permet de conclure au caractère négligeable du risque.

6.2.2.2. ÉVALUATION PROSPECTIVE DU RISQUE ENVIRONNEMENTAL DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

6.2.2.2.1. Définition des voies d'exposition et des organismes de référence pour l'écosystème marin

La méthode ERICA repose sur un modèle conceptuel simplifié d'écosystème récepteur : l'exposition externe ou interne de chaque organisme de référence est établie en fonction de son milieu de vie (air/eau, eau, eau/sédiment et sédiment).

Ainsi pour l'écosystème aquatique marin, l'exposition externe dépend de plusieurs facteurs, tels que les niveaux de radioactivité de l'environnement, la relation géométrique entre la source de rayonnements et l'organisme, l'habitat (sédiment (larve d'insecte), à la surface du sédiment (poisson benthique, mollusque gastéropode, mollusque bivalve, crustacé...) ou dans l'eau (poisson pélagique, mammifère, phytoplancton...), la taille de l'organisme, la propriété du milieu à agir comme barrière naturelle et les propriétés physiques des radionucléides présents.

De même, l'exposition interne se produit par l'incorporation de radionucléides via des mécanismes de transfert tels que l'ingestion ou le transfert racinaire.

Les organismes de référence représentatifs de l'écosystème aquatique marin intégrés dans l'outil ERICA sont présentés dans le [Tableau 6.g](#).

La liste des espèces présentes dans l'environnement aquatique marin du site de Flamanville a été consultée (Cf. [Paragraphe 7.2 du Chapitre 7](#)) afin de déterminer si les organismes génériques référencés dans l'outil ERICA pour l'écosystème aquatique marin sont adaptés à l'évaluation du risque environnemental du site. Les caractéristiques morphologiques, biologiques et comportementales de ces espèces ont été examinées afin de déterminer si elles permettaient de les associer à l'un des organismes de référence intégrés à l'outil ERICA.

Toutes les espèces présentes dans l'environnement aquatique marin du site de Flamanville ont pu être assimilées à un organisme générique de l'outil ERICA.

Tableau 6.g : Organismes de référence de l'outil ERICA pour l'écosystème aquatique marin

Écosystème aquatique marin		
Poisson benthique	Mammifère	Ver polychète
Oiseau	Mollusque bivalve	Anémones de mer et coraux vrais
Crustacé	Poisson pélagique	Plante vasculaire
Macroalgue	Phytoplancton	Zooplancton
Reptile	/	/

6.2.2.2.2. Détermination des points d'intérêt retenus

Les deux critères principaux guidant la sélection des points retenus pour évaluer le risque environnemental lié aux effluents liquides du site de Flamanville sont la définition du coefficient de dilution et des points d'intérêt écologique des zones considérées.

La première étape a consisté à analyser les coefficients de dilution pour le site de Flamanville. Le coefficient de dilution en champ proche est de 0,09.

Les conditions hydrodynamiques retenues pour évaluer le risque environnemental sont identiques à celles de l'évaluation des conséquences radiologiques sur l'homme des rejets radioactifs liquides (Cf. [Paragraphe 8.2.1 du Chapitre 8](#)).

La seconde étape consiste à définir les points d'intérêt écologique à proximité du site. L'intérêt écologique des zones est évalué en considérant les zonages écologiques français et européens (Natura 2000, ZNIEFF³⁴) décrits dans l'état de référence des espèces protégées et des espaces naturels (Cf. [Paragraphe 7.2 du Chapitre 7](#)). La méthodologie employée par EDF prend également en compte toute zone remarquable de l'environnement proche du site non répertoriée dans une classification écologique mais pouvant présenter un intérêt écologique car abritant des espèces faunistiques et floristiques notables.

Ainsi, l'évaluation du risque environnement sur l'environnement aquatique marin des rejets d'effluents radioactifs liquides, aux limites de rejets actuelles du site, est réalisée en champ proche.

6.2.2.2.3. Évaluation des activités dans l'eau et dans les sédiments

De façon à considérer le scénario le plus pénalisant, l'évaluation du risque environnemental est faite en considérant les limites de rejets actuelles du site de Flamanville en vigueur (installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167).

Les activités dans l'environnement aquatique marin des radionucléides issus des rejets d'effluents liquides du site de Flamanville sont calculées en utilisant l'outil SYMBIOSE.

³⁴ ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique.

Les activités volumiques dans l'eau et les activités massiques calculées par Symbiose dans les sédiments en champ proche sont présentées dans le [Tableau 6.h](#). Ces activités ont été déterminées en considérant les limites de rejets actuelles du site.

Ces activités sont renseignées dans ERICA pour effectuer l'évaluation du risque environnemental dans l'environnement aquatique. L'outil prend en compte les fils des familles de radionucléide d'une période inférieure à 10 jours (les Coefficients de Conversion de Dose sont combinés pour l'ensemble des radionucléides d'une famille, considérés en équilibre séculaire).

Tableau 6.h : Activités volumiques et massiques calculées par Symbiose dans l'eau et dans les sédiments des radionucléides potentiellement présents en champ proche du site de Flamanville

Radionucléides	Activité volumique dans l'eau (Bq/L)	Activité massique dans les sédiments (Bq/kg sec)
^{110m} Ag	3,71 x 10 ⁻⁵	3,71 x 10 ⁻¹
¹⁴ C	1,78 x 10 ⁻²	1,78 x 10
⁵⁷ Co	9,07 x 10 ⁻⁸	2,72 x 10 ⁻²
⁵⁸ Co	1,85 x 10 ⁻⁴	5,54 x 10
⁶⁰ Co	1,93 x 10 ⁻⁴	5,79 x 10
¹³⁴ Cs	2,23 x 10 ⁻⁵	8,90 x 10 ⁻²
¹³⁷ Cs	3,71 x 10 ⁻⁵	1,48 x 10 ⁻¹
⁵¹ Cr	4,11 x 10 ⁻⁶	2,06 x 10 ⁻¹
³ H	1,05 x 10	1,05 x 10
¹³¹ I	7,61 x 10 ⁻⁶	5,33 x 10 ⁻⁴
⁵⁴ Mn	2,56 x 10 ⁻⁵	5,11 x 10
⁹⁵ Nb	5,44 x 10 ⁻⁷	4,35 x 10 ⁻¹
⁶³ Ni	1,96 x 10 ⁻⁴	3,92
¹²⁴ Sb	3,05 x 10 ⁻⁵	6,10 x 10 ⁻²
¹²⁵ Sb	6,43 x 10 ⁻⁵	1,29 x 10 ⁻¹
^{123m} Te	2,89 x 10 ⁻⁵	2,89 x 10 ⁻²
⁹⁵ Zr	1,98 x 10 ⁻⁷	3,96 x 10 ⁻¹

Dans le cadre de cette évaluation du risque environnemental, l'évaluation de niveau 2 de l'outil ERICA est directement utilisée car l'approche proposée est plus adaptée. En effet, l'évaluation de niveau 1 ne propose pas l'ensemble des radionucléides présents dans le spectre de rejets d'effluents radioactifs (^{123m}Te et ⁹⁵Zr, Cf. [Paragraphes 2.4.3.3.1 et 2.4.3.3.3 du Chapitre 2](#)). De plus, l'évaluation de niveau 2 permet une approche par espèce.

6.2.2.2.4. Évaluation des débits de dose et du risque environnemental sur l'environnement aquatique marin

Le [Tableau 6.i](#) présente les résultats de l'évaluation du risque environnemental pour l'environnement aquatique marin du site de Flamanville, obtenus en champ proche, en suivant le niveau d'évaluation 2 de l'outil ERICA. Ce tableau présente les débits de dose et les indices de risque calculés pour chaque organisme de référence à partir des activités aux limites de rejets actuelles du site.

Tableau 6.i : Débits de dose et indices de risque calculés en champ proche

Organisme de référence	Débit de Dose total (μGy/h)	Indice de risque (-) (valeur conservative)
Phytoplancton	$3,56 \times 10^{-4}$	$1,07 \times 10^{-4}$
Poisson pélagique	$1,36 \times 10^{-3}$	$4,08 \times 10^{-4}$
Oiseau	$1,41 \times 10^{-3}$	$4,22 \times 10^{-4}$
Reptile	$2,17 \times 10^{-3}$	$6,52 \times 10^{-4}$
Mammifère	$2,18 \times 10^{-3}$	$6,54 \times 10^{-4}$
Zooplancton	$5,27 \times 10^{-3}$	$1,58 \times 10^{-3}$
Crustacé	$6,44 \times 10^{-2}$	$1,93 \times 10^{-2}$
Poisson benthique	$6,49 \times 10^{-2}$	$1,95 \times 10^{-2}$
Plant vasculaire	$6,86 \times 10^{-2}$	$2,06 \times 10^{-2}$
Mollusque bivalve	$6,88 \times 10^{-2}$	$2,06 \times 10^{-2}$
Annémone de mer /corail	$6,94 \times 10^{-2}$	$2,08 \times 10^{-2}$
Macroalgue	$6,95 \times 10^{-2}$	$2,08 \times 10^{-2}$
Ver polychète	$1,42 \times 10^{-1}$	$4,27 \times 10^{-2}$

Les débits de dose reçus par les organismes de référence sont compris entre $3,56 \times 10^{-4}$ μGy/h (phytoplancton) et $1,42 \cdot 10^{-1}$ μGy/h (ver polychète). Les indices de risque calculés à partir de la valeur de débit total de dose sans effet (10 μGy/h) sont compris entre $1,07 \times 10^{-4}$ et $4,27 \times 10^{-2}$ respectivement pour les mêmes espèces.

Comme l'illustre la [Figure 6.v](#), ces indices de risque associé aux rejets d'effluents liquides actuels du site sont inférieurs à 1 et permettent de conclure au caractère négligeable du risque selon la méthodologie ERICA (Cf. [Paragraphe 6.5.2](#)).

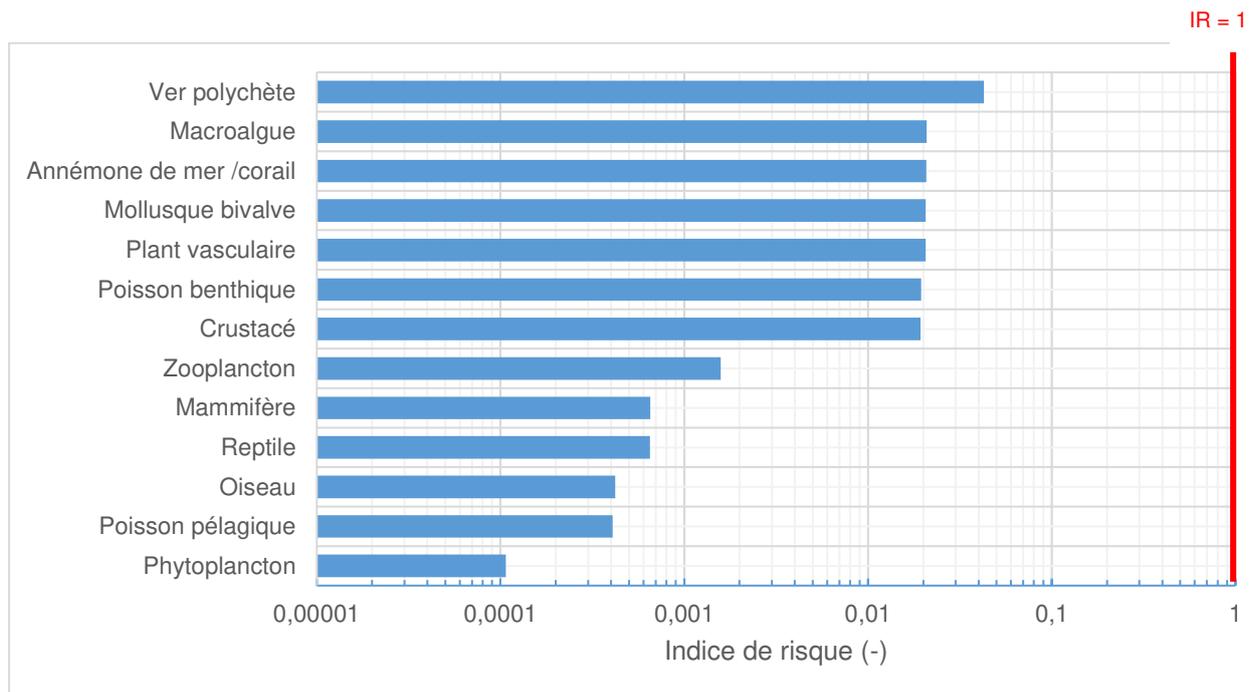


Figure 6.v : Indices de risque calculés en champ proche pour les organismes de référence de l'écosystème aquatique marin

En conclusion, l'évaluation du risque environnemental associé aux rejets d'effluents radioactifs liquides aux limites de rejet autorisées du site de Flamanville (décision « Limites »), réalisée selon la méthodologie ERICA, permet de conclure au caractère négligeable du risque.

6.3.

SURVEILLANCE

6.3.1. SURVEILLANCE DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS À L'ATMOSPHÈRE

6.3.1.1. SURVEILLANCE DES EFFLUENTS RADIOACTIFS REJETÉS À L'ATMOSPHÈRE PAR LES CHEMINÉES DES BÂTIMENTS DES AUXILIAIRES NUCLÉAIRES DES RÉACTEURS 1, 2 ET 3

6.3.1.1.1. Rappel règlementaire

Selon les prescriptions de la décision « environnement », le site de Flamanville se doit de contrôler ses rejets radioactifs à l'atmosphère, afin de vérifier le respect de ses valeurs limites de rejets fixées par décisions de l'ASN.

La surveillance des effluents radioactifs atmosphériques aux cheminées des bâtiments des auxiliaires nucléaires (BAN pour les réacteurs 1 et 2 et HN pour le réacteur 3) est destinée à s'assurer du respect des valeurs limites présentées dans le Chapitre 2. Ces valeurs limites portent sur :

- l'activité annuelle rejetée pour les catégories « tritium », « carbone 14 », « gaz rares », « iodes » et « autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma » ;
- le débit d'activité par cheminées des « gaz rares », du « tritium », des « iodes » et des « autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma » ;

En complément, il est vérifié que :

- les aérosols prélevés en continu sur filtre ne présentent pas d'activité volumique alpha globale d'origine artificielle supérieure au seuil de décision défini par la décision n° 2017-DC-0588 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 6 avril 2017 relative aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression, homologuée par l'arrêté du 14 juin 2017 (dite décision « Modalités Parc ») ;
- Modalités Parc (1.10^{-3} Bq/m³) ;
- les mesures de l'activité bêta globale d'origine artificielle, réalisées après décroissance de l'activité d'origine naturelle, sur les circuits d'extraction de la ventilation des installations susceptibles d'être contaminées, à l'exception des laboratoires chauds, ne mettent pas en évidence d'activité volumique supérieure à 1.10^{-3} Bq/m³.

6.3.1.1.2. Description des dispositifs de prélèvements et des mesures

Les prélèvements tritium sont réalisés par un barboteur réfrigéré dont l'objectif est de piéger le tritium dans de l'eau. Les prélèvements des gaz rares s'effectuent à l'aide d'une capacité et ceux de carbone 14 sont faits sur tamis moléculaire. Les prélèvements des iodures sont réalisés sur des cartouches de charbon actif, et ceux des autres produits de fission et d'activation, émetteurs bêta ou gamma, sur filtres papier.

Toutes les analyses des prélèvements effectués au niveau des cheminées du BAN et de HN pour le réacteur 3, sur les réservoirs d'entreposage RS (pour les INB n° 108 et n° 109), et au niveau des bâtiments réacteur BR, sont réalisées au laboratoire « effluents » du site de Flamanville, exceptées :

- Les mesures bêta globale des gaz rares :
 - sur les cheminées des bâtiments des auxiliaires nucléaires qui sont réalisées en continu directement à la cheminée à l'aide d'une chambre différentielle ;
 - des réservoirs d'entreposage ou des bâtiments réacteurs qui sont calculées directement à partir des mesures de spectrométrie gamma des gaz rares, uniquement pour les INB n° 108 et n° 109.
- Les mesures de spectrométrie gamma en ligne permettant de caractériser le spectre des rejets du système TEG du réacteur de Flamanville 3.
- Les mesures de l'activité des principaux gaz rares au niveau de la cheminée HN du réacteur de Flamanville 3 qui sont réalisées au moyen d'une spectrométrie gamma en ligne sur la base d'un prélèvement en continu des effluents à l'atmosphère.
- La mesure du carbone 14 qui est sous-traitée.

Les matériels suivants sont utilisés pour effectuer les mesures :

- scintillateur liquide pour déterminer les activités en tritium et en carbone 14 ;
- compteur proportionnel à gaz pour mesurer les activités alpha globale et bêta globale des autres produits de fission et d'activation prélevés sur filtres papier ;
- chaîne de spectrométrie gamma (NaI) pour mesurer les activités gamma globales des cartouches de charbon actif ;
- chaînes de spectrométrie gamma (HPGe) pour identifier et quantifier les radionucléides émetteurs gamma prélevés sur filtres papier, sur cartouches de charbon actif et des principaux gaz rares prélevés dans les capacités gaz.

6.3.1.1.3. Nature des contrôles

La nature des contrôles réalisés sur les effluents atmosphériques avant rejet à la cheminée diffère selon le type de rejet. Pour rappel, les différents types de rejets sont :

- **les rejets permanents** qui concernent les rejets à l'atmosphère effectués à la cheminée de façon permanente, c'est-à-dire les rejets d'effluents à l'atmosphère aérés et d'effluents atmosphériques de ventilation, hors vidange en air de Bâtiment Réacteur et les effluents gazeux radioactifs issus du système de traitement des effluents gazeux (TEG) pour l'INB n° 167 ;
- **les rejets concertés** concernant les rejets atmosphériques effectués à la cheminée de façon programmée. Ils correspondent :
 - **Pour les INB n° 108 et n° 109** : aux rejets d'effluents atmosphériques hydrogénés (vidange des réservoirs RS de stockage pour décroissance radioactive, après une durée de stockage d'au moins 30 jours), aux effluents atmosphériques de ventilation liés à la dépressurisation du Bâtiment Réacteur, ainsi qu'à des essais ou des actions de maintenance tels les tests des pièges à iodes des différents circuits de ventilation et les contrôles d'étalonnage des chaînes de mesure de l'activité bêta global de la cheminée pour ce qui concerne l'essai annuel au ⁸⁵Kr.
 - **Pour l'INB n° 167** : aux effluents atmosphériques de ventilation liés au balayage du Bâtiment Réacteur pour accès du personnel dans ce bâtiment (réacteur en fonctionnement et à l'arrêt), ainsi qu'à des essais ou des actions de maintenance tels que les tests des pièges à iode des différents circuits de ventilation et les contrôles d'étalonnage des chaînes de mesure d'activité, pour ce qui concerne l'essai annuel au ⁸⁵Kr.

Les effluents atmosphériques issus des rejets permanents font l'objet des contrôles et analyses suivants réalisés aux cheminées des bâtiments des auxiliaires nucléaires (BAN pour les réacteurs 1 et 2) et HN pour le réacteur 3 :

- **Mesure permanente du débit d'émission à la cheminée** (mesure doublée et enregistrée).
- **Mesure en continu de l'activité bêta globale à la cheminée** (mesure doublée et enregistrée).
- **Mesure en continu de l'activité gamma des principaux gaz rares** (pour le réacteur 3).
- **Une mesure de l'activité du carbone 14**, sur un prélèvement continu à la cheminée, est réalisée chaque trimestre.

En complément, pour chacune des quatre périodes mensuelles définies comme suit, du 1^{er} au 7, du 8 au 14, du 15 au 21 et du 22 à la fin du mois, les effluents atmosphériques rejetés à la cheminée sur la totalité de la période font l'objet des analyses suivantes :

- **Mesure de l'activité du tritium** sur un prélèvement en continu sur la totalité de chaque période.
- **Analyse par spectrométrie gamma des gaz rares**, sur un prélèvement ponctuel par période (valable pour les réacteurs 1 et 2 pour les périodes réglementaires) et en cas d'indisponibilité de la chaîne de spectrométrie gamma en ligne pour le réacteur 3 sur une période de 24 heures pendant la durée de l'indisponibilité.
- **Mesure de l'activité gamma globale et analyse par spectrométrie gamma des iodes**, sur un prélèvement continu sur la totalité de chaque période.
- **Mesure de l'activité alpha globale** d'origine artificielle par une méthode garantissant un seuil de décision ne dépassant pas 1.10^{-3} Bq/m³, **mesure de l'activité bêta globale et analyse par spectrométrie gamma des autres produits de fission ou d'activation**, sur un prélèvement continu des aérosols sur la totalité de chaque période.

Ces analyses permettent d'établir le bilan des activités rejetées et de déterminer les débits d'activité aux cheminées, et donc de s'assurer du respect des valeurs limites d'activité annuelle et de débit d'activité aux cheminées.

Conformément à la décision « Environnement » de l'Autorité de sûreté nucléaire, dans le cadre de la fiabilisation de la surveillance des rejets d'effluents, certains des prélèvements précités font l'objet d'un second prélèvement analysé par un laboratoire tiers, choisi par EDF en raison de ses capacités techniques, afin de réaliser des contrôles croisés. Les résultats de ces mesures sont exploités au regard des résultats de la surveillance faite par le CNPE et une synthèse des conclusions de cette analyse est transmise annuellement par EDF à l'Autorité de sûreté nucléaire.

En complément, avant tout rejet concerté, les effluents atmosphériques font l'objet des analyses suivantes, réalisées sur des prélèvements représentatifs :

- mesure de l'activité du tritium ;
- mesure de l'activité des gaz rares : analyse par spectrométrie gamma puis détermination de l'activité bêta globale (valable pour les réacteurs 1 et 2), mesure en continu pour le réacteur 3 ;
- mesure de l'activité gamma globale (en équivalent césium $137 - {}^{137}\text{Cs}$) et analyse par spectrométrie gamma des iodes (mesure en continu pour le réacteur 3) ;
- vérification de l'absence d'activité alpha globale d'origine artificielle par une méthode garantissant un seuil de décision ne dépassant pas $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ Bq/m}^3$ (en équivalent plutonium $239 - {}^{239}\text{Pu}$), mesure de l'activité bêta globale (en équivalent strontium 90 + yttrium $90 - {}^{90}\text{Sr} + {}^{90}\text{Y}$) et analyse par spectrométrie gamma des autres produits de fission ou d'activation.

Ces analyses permettent de connaître la composition des effluents à rejeter, de définir si le rejet est possible (respect des valeurs limites des activités annuelles) et dans ce cas, de déterminer le débit de rejet de façon à respecter les valeurs limites des débits d'activité à la cheminée.

6.3.1.1.4. Conditions de rejet

Les rejets concertés ne peuvent être effectués que lorsque les contrôles décrits au paragraphe précédent ont été réalisés et ont permis de déterminer le débit de rejet (en respectant les valeurs des débits d'activité). Le site de Flamanville ne peut effectuer qu'un seul rejet concerté à la fois (rejet d'un seul Réservoir d'entreposage pour les INB n° 108 et n° 109 ou d'un seul Bâtiment Réacteur (BR)).

Les rejets concertés ne peuvent alors être effectués que si les conditions suivantes sont réunies :

- la ventilation extraction iode DVN est disponible et avec les pièges à iode en service,
- le débit de rejet à la cheminée est supérieur à $50 \text{ m}^3/\text{s}$ ($180\,000 \text{ m}^3/\text{h}$),
- l'activité volumique bêta globale à la cheminée ne dépasse pas le seuil de pré-alerte (valeur d'apparition de la pré-alarmer des deux mesures d'activité à la cheminée).

Si, au cours d'un rejet concerté, l'une de ces conditions n'est pas satisfaite, le rejet concerté est interrompu et ne pourra être repris que lorsque ces conditions seront à nouveau remplies.

Si l'activité volumique bêta globale dépasse le seuil d'alarme de 4 MBq/m^3 (valeur d'apparition de l'alarme des deux mesures d'activité de la cheminée), le rejet est interrompu et est dit exceptionnel. Il fait l'objet d'une information à l'ASN. Tout rejet concerté éventuellement en cours est interrompu ainsi que toute opération conduisant à la mise en communication directe de toute capacité isolée avec l'atmosphère.

Il est procédé à des investigations pour déterminer et corriger l'origine de l'écart. L'un des deux dispositifs de prélèvements des iodes et des autres produits de fission ou d'activation (cartouches à charbon actif et filtres composés de cellulose et de fibres de verre) en place sur la cheminée du réacteur concerné est retiré et remplacé par un dispositif neuf, puis analysé pour évaluer l'activité rejetée. Les conditions des rejets exceptionnels sont systématiquement analysées pour en éviter le renouvellement.

6.3.1.1.5. Évaluation des activités rejetées et des débits activités

6.3.1.1.5.1. Activités rejetées

Pour chaque catégorie de radionucléides, l'activité rejetée est déterminée comme étant le produit de l'activité volumique de la catégorie de radionucléides considérée par le volume d'air rejeté à la cheminée, pendant la durée considérée.

Pour le tritium, les gaz rares, les iodes et les autres produits de fission et d'activation émetteurs bêta ou gamma, le bilan de l'activité rejetée est établi par période (telles que définies au [Paragraphe 6.3.1.1.3](#)) à partir des mesures réalisées sur les prélèvements des périodes.

Pour le carbone 14, le bilan est établi chaque trimestre.

Pour les réacteurs 1 et 2, les activités en gaz rares rejetées lors des rejets concertés sont ajoutées au bilan des activités en gaz rares établi sur la période considérée pour les rejets permanents.

L'activité volumique de chacune de ces catégories est déterminée de la façon suivante :

- pour le **tritium**, à partir de l'activité tritium mesurée sur le prélèvement et du volume d'effluent ayant transité au travers du dispositif de prélèvement pendant la période,
- pour les **gaz rares**, à partir des résultats de l'analyse spectrométrique et du volume d'effluent prélevé ou rejeté et à partir de la mesure en continu sur la période considérée pour le réacteur 3,
- pour les **iodes et les autres produits de fission ou d'activation**, à partir des résultats de l'analyse spectrométrique et du volume d'effluent ayant transité au travers du dispositif de prélèvement pendant la période,
- pour le **carbone 14**, à partir de l'activité carbone 14 mesurée sur le prélèvement et du volume d'effluent ayant transité au travers du dispositif de prélèvement pendant le trimestre.

Le volume d'air rejeté à la cheminée, pendant une période, est déterminé comme étant le produit du débit moyen à la cheminée sur la période par la durée de la période. Pour le carbone 14, le volume d'air rejeté à la cheminée pendant un trimestre est déterminé comme étant la somme des différents volumes d'air rejetés à la cheminée pendant les périodes du trimestre.

6.3.1.1.5.2. Débits d'activités

Pour le tritium, les iodes et les autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma, le débit d'activité à la cheminée en moyenne sur une période est déterminé comme étant le produit de l'activité volumique de chaque catégorie de radionucléides sur la période par le débit moyen à la cheminée sur la même période.

Pour les gaz rares, le débit d'activité à la cheminée en moyenne journalière est déterminé comme étant le produit de l'activité bêta gaz moyenne de la chaîne de mesure bêta gaz installée à la cheminée par le débit moyen à la cheminée sur une journée.

6.3.1.1.6. Techniques de mesure utilisées

Les techniques de mesure utilisées sont présentées dans le [Tableau 6.j](#).

Nota : les Seuils de Décision (SD) des méthodes de mesure utilisées sont dépendants des conditions analytiques telles que le volume d'échantillon, le bruit de fond du laboratoire ou les performances des appareils analytique. Ils sont néanmoins ciblés pour respecter le SD réglementaire.

Tableau 6.j : Techniques de mesure utilisées pour le contrôle des effluents radioactifs atmosphériques

Radionucléides	Moyen de prélèvement	Technique analytique	SD réglementaire	Nature du rejet
Tritium	Solution de piégeage	Scintillation liquide	20 Bq/m ³	Rejet permanent
			50 Bq/m ³	Rejet BR
			500 Bq/m ³	Rejet RS
Carbone 14	Cartouche de tamis moléculaire	Scintillation liquide	/	Rejet permanent
Iodes	Cartouche de charbon actif	Spectrométrie gamma (NaI)	/	Rejet permanent
			/	Rejet RS ou BR
		Spectrométrie gamma (HPGe)	¹³¹ I : 1.10 ⁻³ Bq/m ³	Rejet permanent
			/	Rejet RS ou BR
Gaz rares	Continu ou circulation de l'effluent dans une cellule de mesure	Chambre d'ionisation	/	Rejet permanent
		Spectrométrie gamma	/	Rejets permanents + concertés (spécificité FLA3)
	Capacité aluminium	Spectrométrie gamma	¹³³ Xe : 100 Bq/m ³	Rejet permanent
			/	Rejet RS ou BR
			/	Rejet permanent
Autres produits de fission ou d'activation	Filtre papier	Comptage proportionnel (Activité bêta globale)	/	Rejet permanent
			/	Rejet RS ou BR
		Spectrométrie gamma (HPGe)	⁶⁰ Co : 1.10 ⁻³ Bq/m ³	Rejet permanent
			/	Rejet RS ou BR
Activité Alpha globale	Comptage proportionnel (Activité alpha globale)	1.10 ⁻³ Bq/m ³	Rejet permanent	
		2,5.10 ⁻² Bq/m ³	Rejet RS ou BR	

6.3.1.1.7. Contrôles des équipements et des appareils de mesure

Le bon état de tous les conduits de transfert des effluents radioactifs atmosphériques entre les différents bâtiments et l'étanchéité des Réservoirs d'entreposage des effluents atmosphériques RS des réacteurs 1 et 2 sont vérifiés périodiquement par l'exploitant.

Les dispositifs de mise en service des installations telles que les pièges à iode sont doublés par une commande manuelle. Ces dispositifs font l'objet d'un programme de maintenance et leur bon fonctionnement est vérifié périodiquement pour garantir à tout moment l'efficacité de ces systèmes de filtration. Les lits à retard sont entretenus et vérifiés aussi souvent que nécessaire.

Le bon fonctionnement des appareils de mesure et des alarmes associées, ainsi que des dispositifs de prélèvements est vérifié périodiquement. Ces dispositifs font l'objet d'un programme de maintenance. L'étalonnage de ces appareils est assuré périodiquement.

6.3.1.2. SURVEILLANCE DES AUTRES REJETS RADIOACTIFS À L'ATMOSPHÈRE

6.3.1.2.1. Surveillance des locaux susceptibles d'être contaminés propres aux réacteurs 1 et 2

Il n'existe pas sur le réacteur 3 de locaux susceptibles d'être contaminés non raccordés à la cheminée.

Pour les réacteurs 1 et 2 et leurs installations communes, en ce qui concerne l'ensemble des locaux désignés « ateliers de décontamination-laverie », à l'exception du laboratoire « chimie de tranches » et du laboratoire « effluents », un prélèvement en continu d'aérosols dans le circuit d'extraction de la ventilation est effectué sur quatre périodes par mois d'une durée de sept à dix jours assorties d'une tolérance permettant de réaliser ces prélèvements hors samedis, dimanches et jours fériés. Une mesure de l'activité bêta globale d'origine artificielle après décroissance de l'activité d'origine naturelle est réalisée garantissant un seuil de décision ne dépassant pas 1.10^{-3} Bq/m³. Le système de prélèvement est équipé d'une alarme en cas de défaillance.

La propreté radiologique traduisant l'absence de contamination des laboratoires est contrôlée *a minima* une fois par mois en application de la directive interne EDF concernant le contrôle de la radioactivité hors Zone Contrôlée. Le seuil de contamination surfacique est de 0,4 Bq/cm² pour l'activité surfacique en bêta, et de 0,04 Bq/cm² pour l'activité surfacique en alpha. Les comptes-rendus des cartographies des laboratoires sont archivés.

Par ailleurs, un contrôle par détecteur fixe en sortie du laboratoire « Effluents » permet de garantir en permanence l'absence de contamination des intervenants et d'éviter ainsi toute dispersion de radioactivité.

6.3.1.2.2. Surveillance des rejets diffus

Les rejets diffus sont constitués des rejets de vapeur du circuit secondaire par le circuit de décharge à l'atmosphère et des rejets radioactifs au niveau des événements des Réservoirs d'entreposage (réservoirs T, S et Ex) et des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines (réservoirs PTR), du fait de l'évaporation des effluents.

Les émissions à l'atmosphère associées aux rejets diffus font l'objet d'une estimation mensuelle, par calcul, visant à s'assurer de leur caractère négligeable par rapport à la limite annuelle en tritium fixée dans la décision « Limites » du site. L'estimation porte sur les activités rejetées et est établie à partir des données d'exploitation des réacteurs (volumes rejetés dans le mois et activités volumiques).

6.3.2. SURVEILLANCE DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

Les contrôles présentés dans les paragraphes suivants s'appliquent aux trois réacteurs (1, 2 et 3), puisque les rejets radioactifs liquides de ces trois réacteurs sont mutualisés. Cependant, il est à noter que des mesures d'activité ainsi que de volume des effluents liquides radioactifs du réacteur EPR sont réalisées avant transfert aux réservoirs communs d'entreposage afin d'assurer un Retour d'EXpérience (REX) sur les rejets relatifs à ce dernier. Ces dispositions sont mises en œuvre dès le démarrage du réacteur EPR puis sont adaptées au fil du temps, une fois le profil de rejets validé (volume d'effluents, spectre des radionucléides et éléments chimiques rejetés).

6.3.2.1. SURVEILLANCE DE L'ACTIVITÉ DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES DES RÉSERVOIRS T ET S

6.3.2.1.1. Rappel règlementaire

Selon les prescriptions de la décision « Environnement », le site de Flamanville se doit de contrôler ses rejets radioactifs liquides, afin de vérifier le respect de ses valeurs limites de rejets fixées par décisions de l'ASN.

Pour les centrales nucléaires en exploitation, quatre catégories de radionucléides liquides font l'objet de limites de rejet : le tritium, le carbone 14, les iodes, et les autres produits de fission ou d'activation (autres PF/PA) émetteurs bêta ou gamma.

Pour les effluents radioactifs liquides des réservoirs T et S, les contrôles portent sur le respect des valeurs limites de la décision « Limites » du site, à savoir :

- l'activité rejetée annuellement, pour les quatre catégories de radionucléides,
- le débit d'activité au point de rejet, pour le tritium, les iodes et les autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma,
- l'activité volumique dans le milieu récepteur, pour le tritium et les émetteurs bêta (hors ^{40}K et ^3H).

En complément, il est vérifié avant chaque rejet que les effluents contenus dans les réservoirs T et S ne présentent pas une activité alpha globale d'origine artificielle supérieure au seuil de décision de 1 Bq/L.

L'utilisation des réservoirs S est soumise à autorisation préalable de l'ASN.

6.3.2.1.2. Modalités des prélèvements et techniques de mesures

Tous les prélèvements effectués sur les réservoirs d'entreposage et de contrôle des rejets T ou S font l'objet d'analyses, soit internalisées au laboratoire « effluents » du site, soit sous traitées.

Un système de prélèvement permet de prélever un échantillon représentatif du contenu du réservoir T ou S à rejeter, obtenu après brassage de ce dernier.

Les matériels suivants sont utilisés pour effectuer les mesures :

- scintillateur liquide pour déterminer les activités en tritium, carbone 14 et nickel 63 ;
- compteur proportionnel à gaz pour mesurer les activités alpha globale et bêta globale des autres produits de fission et d'activation émetteurs bêta ;
- chaîne de spectrométrie gamma (NaI) pour mesurer les activités gamma globales des autres produits de fission et d'activation émetteurs gamma ;
- chaîne de spectrométrie gamma pour déterminer la composition isotopique du prélèvement.

6.3.2.1.3. Contrôle de l'activité des rejets des réservoirs T et S

6.3.2.1.3.1. Analyses effectuées avant rejet

Certains paramètres radioactifs des effluents des réservoirs T et S nécessitent d'être contrôlés avant leur rejet en mer : un prélèvement ponctuel représentatif est effectué dans chaque réservoir et les analyses suivantes sont réalisées avant le rejet du réservoir :

- mesure de l'activité du tritium ;
- mesure d'activité alpha globale (en équivalent plutonium 239 – ^{239}Pu) d'origine artificielle par une technique garantissant un seuil de décision inférieur à 1 Bq/L ;
- mesure de l'activité bêta globale (en équivalent strontium 90 + yttrium 90 – $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$) ;
- mesure de l'activité gamma globale (en équivalent césium 137 – ^{137}Cs) ;
- détermination de la composition isotopique par spectrométrie gamma.

Ces analyses permettent de connaître la composition des effluents à rejeter, de définir si le rejet est possible (respect des valeurs limites des activités annuelles), et dans ce cas, de déterminer le débit de rejet de façon à respecter les valeurs des débits d'activité et des activités volumiques à mi-rejet dans le milieu récepteur. Ces analyses permettent également d'établir le bilan des activités rejetées (hors nickel 63 et carbone 14), et donc de s'assurer du respect des valeurs limites d'activité annuelle (hors carbone 14).

6.3.2.1.3.2. Analyses effectuées après rejet

Les autres paramètres radioactifs des effluents des réservoirs T et S sont contrôlés après le rejet des réservoirs. Ces contrôles *a posteriori* sont réalisés :

- soit pour chaque réservoir : après chaque rejet l'échantillon prélevé dans le réservoir T ou S fait l'objet d'une mesure du carbone 14. Cette analyse est réalisée *a posteriori* compte-tenu des délais très longs nécessaires à sa réalisation. Elle permet d'établir le bilan de l'activité rejetée en carbone 14, et donc de s'assurer du respect de la valeur d'activité annuelle en carbone 14 ;
- soit chaque mois, sur un aliquote mensuel représentatif de l'ensemble des rejets des réservoirs sur un mois. Cet échantillon fait l'objet d'une analyse du nickel 63 (^{63}Ni) et d'une vérification de l'absence d'activité alpha globale bien que déjà réalisée avant chaque rejet de réservoir. En effet, le seuil de décision de cette analyse est plus faible (seuil de décision inférieur à $3,7 \cdot 10^{-1}$ Bq/L) sur l'échantillon aliquote que sur l'échantillon prélevé dans le réservoir avant rejet (1 Bq/L).

Conformément à la décision « Environnement », dans le cadre de la fiabilisation de la surveillance des rejets d'effluents, certains des prélèvements précités font l'objet d'un second prélèvement analysé par un laboratoire tiers afin de réaliser des contrôles croisés.

6.3.2.1.3.3. Conditions de rejet

Les rejets d'effluents radioactifs liquides ne peuvent être effectués que lorsque les contrôles décrits au [Paragraphe 6.3.2.1.3.1](#) ont été réalisés et ont permis de déterminer le débit de rejet (en respectant les valeurs des débits d'activité et des activités volumiques à mi-rejet dans le milieu récepteur). De plus, deux réservoirs T ou S ne peuvent pas être rejetés en même temps.

Les rejets d'effluents liquides radioactifs des réservoirs T et S ne peuvent être pratiqués que si l'activité volumique gamma global sur la canalisation de rejet ne dépasse pas le seuil de 40 kBq/L (valeur d'apparition de l'alarme du dispositif de surveillance continue de la radioactivité situé sur la canalisation de rejet, alarme qui entraîne l'arrêt automatique du rejet en cours).

Si, au cours d'un rejet, des situations particulières sont constatées (telles que par exemple, le non-respect des conditions de rejet, l'indisponibilité des dispositifs de surveillance sur la canalisation de rejet), le rejet en cours est interrompu, l'activité rejetée est évaluée, et des analyses sont effectuées afin de déterminer la cause de la situation particulière.

6.3.2.1.3.4. Suivi des rejets

Le suivi des rejets des réservoirs T et S est assuré au niveau d'un local de commande, grâce à la retransmission des mesures de débit de rejet, des mesures de niveau et de deux seuils d'alarme (niveau bas et niveau haut). Pour les réservoirs T, ce suivi est également assuré depuis les salles de commandes grâce à la retransmission des mesures de niveau de chaque réservoir sur TCI (système de Traitement Complémentaire des Informations), ainsi que des alarmes « réservoir plein » et « réservoir vide » associées.

6.3.2.1.4. Évaluation des activités rejetées : comptabilisation des paramètres radioactifs

6.3.2.1.4.1. Activité rejetée

L'activité volumique de chaque catégorie de radionucléides est déterminée de la façon suivante :

- Pour le tritium, à partir de l'activité en tritium mesurée sur l'échantillon prélevé avant rejet et du volume de cet échantillon.
- Pour les iodes et les autres produits de fission ou d'activation, à partir des résultats de l'analyse spectrométrique réalisée sur l'échantillon prélevé avant rejet et du volume de cet échantillon, et des résultats de la détermination spécifique du nickel 63 sur l'aliquote mensuelle.
- Pour le carbone 14, à partir de l'activité en carbone 14 mesurée sur l'échantillon prélevé et du volume de cet échantillon.

Pour chaque catégorie de radionucléides, l'activité rejetée est déterminée comme étant le produit de l'activité volumique de la catégorie de radionucléides considérée par le volume d'effluents rejeté par la canalisation de rejet pendant la durée du rejet.

6.3.2.1.4.2. Débit d'activité

Pour le tritium, les iodes et les autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma, le débit d'activité en moyenne journalière est déterminé comme étant la somme des activités rejetées sur une journée divisée par le nombre de secondes dans une journée (soit 86 400 secondes).

6.3.2.1.5. Techniques de mesure utilisées

Les techniques de mesure utilisées sont présentées dans le [Tableau 6.k](#).

Nota : les Seuils Décision (SD) des techniques de mesures utilisées sont dépendants des conditions analytiques telles que le volume d'échantillon, le bruit de fond du laboratoire ou les performances des appareils analytique. Ils sont néanmoins ciblés pour respecter le SD réglementaire.

Tableau 6.k : Techniques de mesure utilisées pour le contrôle des effluents radioactifs liquides

Radionucléides	Moyen de prélèvement	Technique de mesure	SD réglementaire	Nature du rejet
Activité alpha globale	Prélèvement ponctuel Réservoirs T et S	Comptage proportionnel	1 Bq/L	Réservoirs T et S
Tritium		Scintillation liquide	100 Bq/L	
Carbone 14		Scintillation liquide	/	
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta et/ou gamma		Comptage proportionnel	/	
		Spectrométrie gamma (NaI)	/	
		Spectrométrie gamma (HPGe)	⁶⁰ Co : 2,5 Bq/L	
Activité alpha globale	Aliquote mensuel des réservoirs T et S	Comptage proportionnel	$3,7 \cdot 10^{-1}$ Bq/L	
Nickel 63		Scintillation liquide	/	

6.3.2.1.6. Contrôle des équipements et appareils de mesure

L'étanchéité de chacun des réservoirs d'entreposage des effluents radioactifs liquides (réservoirs T et S) fait l'objet d'une vérification périodique. La tuyauterie de rejet des réservoirs T et S est entièrement visitable et vérifiée quatre fois par an, afin de s'assurer de son bon état.

Le bon fonctionnement des appareils de mesure se trouvant sur les canalisations et des alarmes associées est vérifié périodiquement. Le bon fonctionnement des vannes et des clapets est vérifié selon un programme d'essai périodique.

6.3.2.2. SURVEILLANCE DES EAUX D'EXHAURE DES SALLES DES MACHINES (EX)

6.3.2.2.1. Rappel règlementaire

Selon les prescriptions de la décision « Environnement », le site de Flamanville se doit de contrôler ses rejets liquides, afin de vérifier le respect de ses valeurs limites de rejets fixées par décisions ASN.

Les conditions de rejet des effluents issus des réservoirs Ex sont définies en fonction des activités bêta globales et tritium. Si l'activité volumique bêta globale (hors ^{40}K et ^3H) ou tritium dépasse les valeurs limites de respectivement 4 Bq/L ou 400 Bq/L, les effluents contenus dans les réservoirs Ex sont considérés comme des effluents radioactifs T ou S : ils subissent les mêmes contrôles que ces derniers et sont rejetés et comptabilisés dans les mêmes conditions de rejet.

6.3.2.2.2. Dispositifs de prélèvements et appareils de mesure

Tous les prélèvements effectués sur les réservoirs de recueil des eaux d'exhaure de la salle des machines (Ex) font l'objet d'analyses au laboratoire « effluents » du site.

Un système de prélèvement permet de prélever un échantillon représentatif du contenu du réservoir Ex à rejeter, obtenu après brassage de ce dernier.

Les matériels suivants sont utilisés pour effectuer les mesures :

- scintillateur liquide pour déterminer l'activité du tritium ;
- compteur proportionnel à gaz pour mesurer l'activité bêta globale des autres produits de fission et d'activation.

Un échantillon aliquote représentatif de l'ensemble des rejets des réservoirs sur un mois est également constitué.

Sur cet échantillon, le matériel suivant est utilisé pour la mesure :

- compteur proportionnel à gaz pour mesurer l'activité alpha globale.

6.3.2.2.3. Surveillance des rejets des réservoirs EX

6.3.2.2.3.1. Paramètres radioactifs contrôlés

Certains paramètres radioactifs des eaux d'exhaure des salles des machines des réservoirs Ex nécessitent d'être contrôlés avant leur rejet en mer : un prélèvement ponctuel représentatif est effectué dans chaque réservoir et les analyses sont réalisées avant le rejet du réservoir.

Avant tout rejet, les eaux d'exhaure des salles des machines des réservoirs Ex font l'objet des analyses suivantes :

- mesure de l'activité du tritium,
- mesure de l'activité bêta globale.

Ces analyses permettent de connaître les activités volumiques bêta globale et tritium, et donc de déterminer si les effluents contenus dans les réservoirs Ex peuvent être rejetés. De plus, l'analyse tritium permet également d'établir le bilan de l'activité rejetée en tritium par cette voie, et donc de s'assurer du respect de la valeur limite d'activité annuelle en tritium.

En complément, une mesure d'activité alpha globale est réalisée *a posteriori* sur un échantillon aliquote représentatif de l'ensemble des rejets des réservoirs Ex sur un mois. Cette mesure est réalisée par une technique garantissant un seuil de décision inférieur à $3,7 \cdot 10^{-1}$ Bq/L.

6.3.2.2.3.2. Suivi des rejets

Le suivi des rejets des réservoirs Ex est assuré au niveau d'un local de commande, grâce à la retransmission des mesures de débit de rejet, des mesures de niveau et de deux seuils d'alarme (niveau bas et niveau haut). Ce suivi est également assuré depuis les salles de commandes grâce à la retransmission des mesures de niveau de chaque réservoir, sur TCI, ainsi que des alarmes « réservoir plein » et « réservoir vide » associées.

6.3.2.2.3.3. Évaluation des activités : comptabilisation des paramètres radioactifs

L'activité rejetée en tritium est déterminée comme étant le produit de l'activité volumique du tritium par le volume d'effluents rejeté par la canalisation de rejet pendant la durée du rejet. L'activité volumique du tritium est déterminée à partir de l'activité tritium mesurée sur l'échantillon prélevé avant rejet et du volume de cet échantillon. Pour la comptabilisation, l'activité rejetée en tritium dans le mois est déterminée comme étant le produit de l'activité volumique du tritium de l'échantillon aliquote par le volume d'effluents Ex rejeté dans le mois.

Si l'activité volumique bêta globale mesurée avant rejet est inférieure à 4 Bq/L, l'activité du réservoir est considérée comme nulle et n'est donc pas comptabilisée. Dans le cas contraire, les effluents contenus dans le réservoir Ex sont contrôlés, rejetés et comptabilisés comme les effluents radioactifs issus des réservoirs T ou S.

Si l'activité volumique tritium mesurée avant le rejet est comprise entre 400 Bq/L et 4 000 Bq/L, le rejet sera pris en compte pour le calcul du débit d'activité tritium.

6.3.2.2.4. Techniques de mesure utilisées

Les techniques de mesure utilisées pour les mesures sur les réservoirs Ex sont présentées dans le [Tableau 6.l.](#)

Tableau 6.l : Techniques de mesures utilisées pour le contrôle des effluents radioactifs issus des réservoirs Ex

Radionucléides	Moyen de prélèvement	Mesure	SD réglementaire	Nature du rejet
Tritium	Réservoirs Ex	Scintillation liquide	100 Bq/L	Réservoirs Ex
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta et/ou gamma		Comptage proportionnel	/	
Activité Alpha globale	Aliquote mensuelle des réservoirs Ex	Comptage proportionnel	$3,7 \cdot 10^{-1}$ Bq/L	

6.3.2.3. SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITÉ DES EAUX PLUVIALES ET DES EAUX DE VANNES ET USÉES COLLECTÉES PAR LES RÉSEAUX SEO

Douze émissaires SEO sont répartis sur le site de Flamanville disposant chacun d'un point de collecte permettant de faire des prélèvements dans les eaux pluviales et les eaux vannes et usées afin de vérifier l'absence de radioactivité.

Des prélèvements ponctuels sont réalisés de façon mensuelle aux émissaires 1, 8, 9, 10 et 11 et de façon hebdomadaire sur les autres émissaires. Une mesure de l'activité bêta globale et de tritium est réalisée sur chaque prélèvement.

Les techniques de mesure utilisées pour les mesures sur ces points de collecte sont détaillées dans le [Tableau 6.m.](#)

Tableau 6.m : Mesures réalisées sur les eaux usées ou pluviales

Radionucléides	Nature du prélèvement	Technique de mesure	SD réglementaire	Nature du rejet
Activité bêta globale	Eau filtrée	Comptage proportionnel	$5 \cdot 10^{-1}$ Bq/L	Émissaires 1 à 11 et 15
Tritium		Scintillation liquide	10 Bq/L	

6.3.3. SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

Afin de s'assurer du respect des dispositions réglementaires, l'exploitant met en place un programme de surveillance de l'environnement. Ce programme, établi en accord avec l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), est réalisé sous la responsabilité de l'exploitant.

Ce paragraphe présente la surveillance de l'environnement actuellement en vigueur, conformément aux prescriptions applicables au site de Flamanville figurant dans la décision n° 2018-DC-0640 de l'ASN du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville (dite décision « Modalités »), et prenant en compte les évolutions réglementaires associées à la décision « Environnement » et à la « Décision Modalités Parc ». La surveillance radiologique de l'environnement est destinée notamment à alerter l'exploitant de toute élévation atypique du niveau de radioactivité dans les écosystèmes. Cette surveillance est réalisée au travers d'analyses radiologiques sur des échantillons « sentinelles » importants dans le transfert des radionucléides au sein de l'environnement et dans l'exposition de la population, en tenant compte du Retour d'Expérience (REX) acquis depuis la mise en service du CNPE de Flamanville.

La radioactivité dans l'environnement du CNPE de Flamanville est suivie actuellement dans le cadre :

- D'un plan de surveillance radiologique réglementaire réalisé par le site (Cf. [Paragraphe 6.3.3.1](#)).
- D'études radioécologiques réalisées à l'initiative de l'exploitant (suivis annuels, bilans décennaux, études particulières – Cf. [Paragraphe 6.3.3.2](#)) dont la réalisation est sous-traitée à des laboratoires spécialisés et agréés.
- D'un plan de surveillance radiologique réalisé par les autorités (Cf. [Paragraphe 6.3.3.3](#)).

Ce Paragraphe présente les moyens mis en place pour la surveillance radiologique du compartiment atmosphérique, du compartiment terrestre et du compartiment aquatique.

Cette surveillance porte notamment sur :

- L'atmosphère au travers de la surveillance radiologique du débit d'exposition au rayonnement gamma ambiant (Cf. [Paragraphe 6.3.3.1.1.1](#)), des poussières atmosphériques (Cf. [Paragraphe 6.3.3.1.1.2](#)), du tritium de l'air (Cf. [Paragraphe 6.3.3.1.1.3](#)) et des eaux de pluie (Cf. [Paragraphe 6.3.3.1.1.4](#)).
- Les eaux souterraines (Cf. [Paragraphe 6.3.3.1.2.1](#)).
- Le milieu terrestre au travers des mesures réalisées sur le lait et les végétaux terrestres (Cf. [Paragraphe 6.3.3.1.2.2](#)) et les couches superficielles des terres et les productions agricoles (Cf. [Paragraphe 6.3.3.1.2.3](#)).
- Le milieu aquatique au travers des mesures réalisées sur les eaux de mer (Cf. [Paragraphe 6.3.3.1.3.1](#)) et les sédiments, les algues, les crustacés, les mollusques et les poissons (Cf. [Paragraphe 6.3.3.1.3.3](#)).

L'implantation actuelle des points de prélèvement et d'analyse appartenant au programme réglementaire de surveillance de l'environnement a été validée par l'ASN. La localisation géographique des stations de prélèvement du compartiment atmosphérique est présentée [Figure 6.w](#) et [Figure 6.x](#).

Pour assurer la surveillance autour de ses installations, le site de Flamanville possède un laboratoire dédié aux mesures environnementales (appelé laboratoire « environnement ») et du personnel compétent et qualifié en analyses chimiques et radiochimiques. Ce laboratoire dispose d'appareillages spécifiques permettant l'analyse des échantillons prélevés dans le milieu naturel. Il est soumis à des exigences relatives aux équipements, aux techniques de prélèvement et de mesure, de maintenance et d'étalonnage.

Conformément aux décisions n° 2015-DC-0500 du 26 février 2015 et 2018-DC-0648 du 16 octobre 2018 de l'ASN relatives à l'organisation du Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM) et à la décision n° 2016-DC-0569 du 29 septembre 2016 modifiant la décision « Environnement », les mesures de surveillance de l'environnement sont confiées à des laboratoires agréés. Dans ce paragraphe sont mentionnés les seuils de décision (voir définition de seuils de décision dans l'encadré au [Paragraphe 6.1](#)) analytiques réglementaires pour les analyses réalisées sur les échantillons prélevés dans l'environnement autour du site de Flamanville.

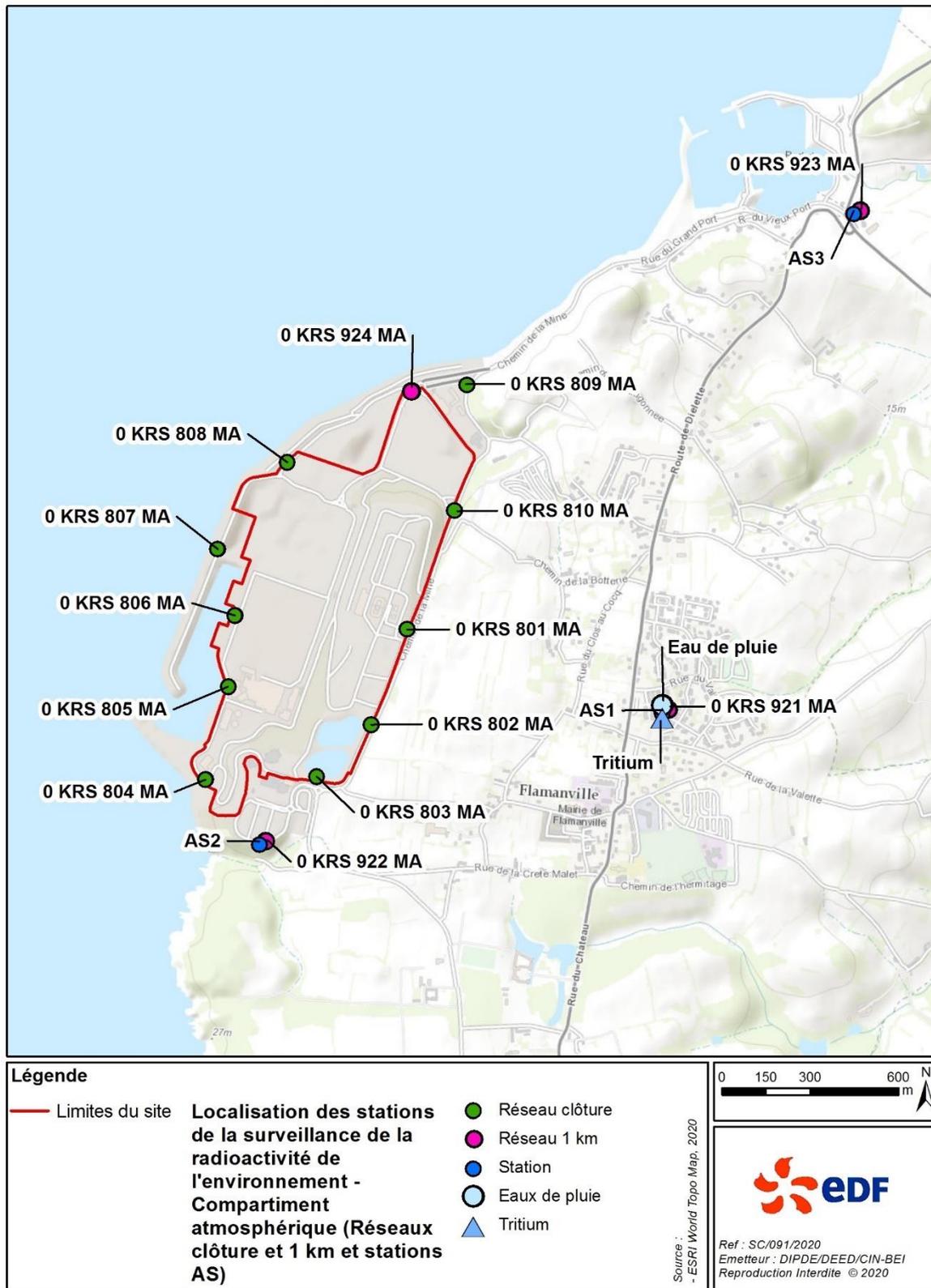


Figure 6.w : Surveillance radiologique de l'environnement – Compartiment atmosphérique : localisation des stations de prélèvement des réseaux clôture et 1 km et des stations AS

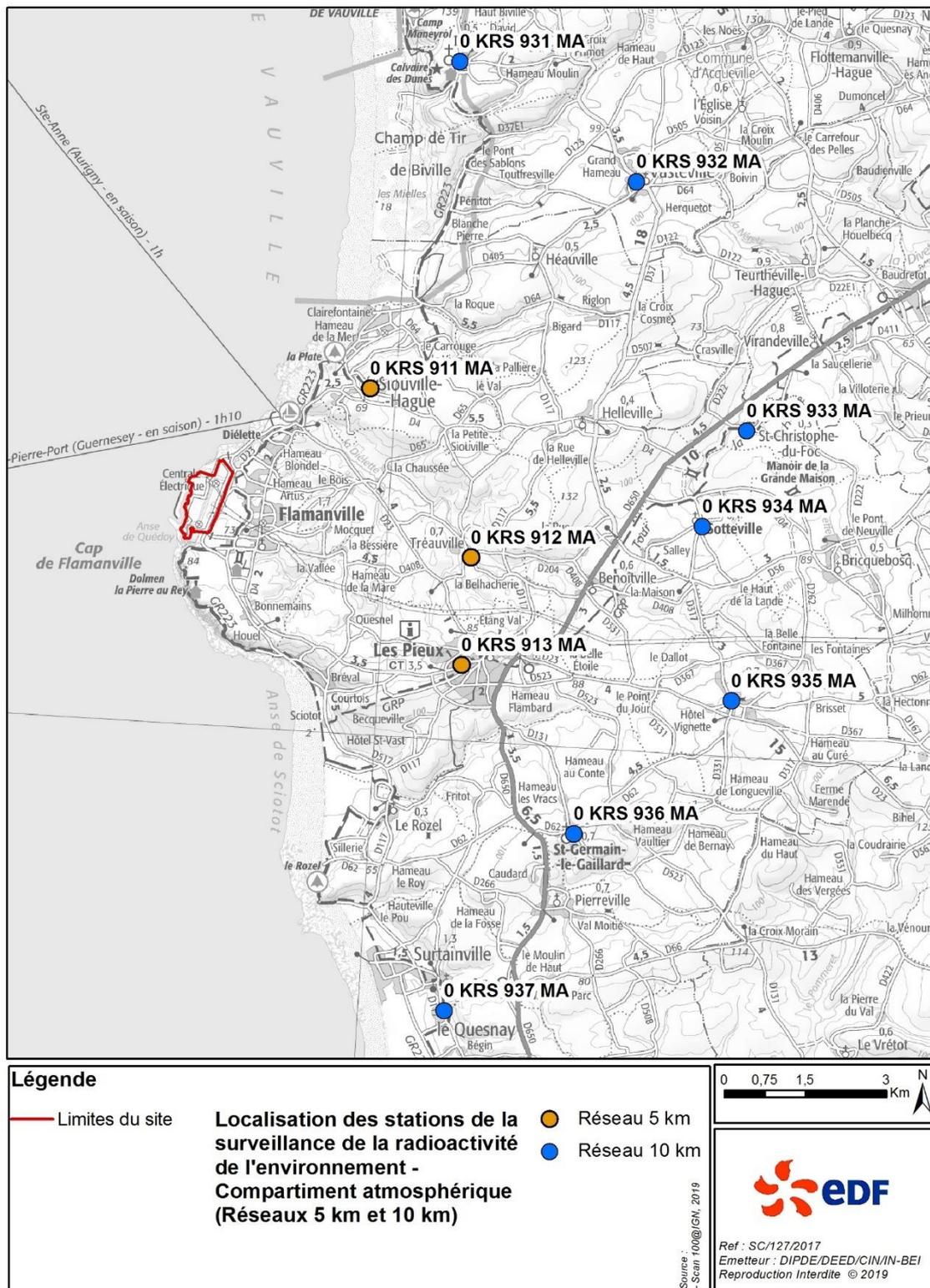


Figure 6.x : Surveillance radiologique de l'environnement – Compartiment atmosphérique : localisation des stations de prélèvement et de mesure des réseaux 5 km et 10 km du site de Flamenville

6.3.3.1. PLAN DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE

6.3.3.1.1. Surveillance radiologique règlementaire du compartiment atmosphérique

6.3.3.1.1.1. Surveillance du débit d'exposition au rayonnement gamma ambiant

Le système de surveillance du débit d'exposition au rayonnement gamma ambiant s'articule autour de quatre réseaux qui mesurent le débit de dose gamma ambiant. L'emplacement des stations de mesure des différents réseaux autour du site de Flamanville est soumis à approbation de l'ASN.

6.3.3.1.1.1.1. Réseau clôture

Ce réseau est constitué de dix balises autonomes de mesure de débit de dose gamma ambiant. Ces balises radiométriques sont réparties à proximité du chemin de ronde à intervalles réguliers de façon à réaliser une mesure dans toutes les directions. Les balises sont identifiées de « 0 KRS 801 MA » à « 0 KRS 810 MA » (Cf. [Figure 6.w](#) et [Tableau 6.n](#)).

Tableau 6.n : Implantation des balises du « réseau clôture »

Référence station	Localisation
0 KRS 801 MA	Sur la plate-forme, à proximité de la ligne 400 kV de l'INB n° 167
0 KRS 802 MA	Sur la plate-forme, à proximité des bassins d'eau douce
0 KRS 803 MA	À proximité du simulateur
0 KRS 804 MA	À proximité du bâtiment inter-entreprise
0 KRS 805 MA	Sur le chenal d'amenée, en face du bâtiment administratif
0 KRS 806 MA	Sur le chenal d'amenée, entre les stations de pompage des INB n° 108 et n° 109
0 KRS 807 MA	Sur la digue entre les réacteurs des INB n° 109 et n° 167
0 KRS 808 MA	Bord de mer
0 KRS 809 MA	À proximité des portiques d'accès de l'INB n° 167
0 KRS 810 MA	Sur la plate-forme, à proximité d'un bassin tampon

Elles permettent l'enregistrement et la retransmission en continu du débit de dose gamma ambiant et de donner l'alerte en cas de dépassement du Bruit de Fond ambiant (BdF). Le seuil d'alarme est fixé à $BdF + 0,114 \mu Sv/h$.

Les informations (débits de dose et états de fonctionnement) issues des balises sont envoyées en continu vers un centralisateur qui permet la visualisation des données. Ces sondes intègrent et mémorisent l'évolution du débit de dose gamma ambiant par plages de 10 minutes et permettent de tracer le débit de dose minimum, maximum et moyen sur un mois. Les informations collectées par ces balises sont enregistrées, analysées et consignées tous les mois dans un registre.

La surveillance du débit de dose gamma ambiant dans l'environnement est mise en œuvre sous couvert de l'agrément 6_16 au Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM).

6.3.3.1.1.1.2. Réseau 1 km

Ce réseau est constitué de quatre balises de mesure de débit de dose gamma ambiant. Ces balises sont disposées dans un rayon d'environ 1 km (Cf. [Figure 6.w](#) et [Tableau 6.o](#)).

Tableau 6.o : Implantation des balises du « réseau 1 km »

Référence station	Localisation
0 KRS 921 MA	Station AS1, Flamanville
0 KRS 922 MA	Station AS2, parking sud de la centrale nucléaire
0 KRS 923 MA	Station AS3, station de pompage de Diélette
0 KRS 924 MA	Station AS4, poste nord de la centrale nucléaire

Elles permettent l'enregistrement et la retransmission en continu du débit de dose gamma ambiant et de donner l'alerte en cas de dépassement du Bruit de Fond ambiant (BdF). Le seuil d'alarme est fixé à $BdF + 0,114 \mu Sv/h$.

Les informations (débits de dose et états de fonctionnement) issues des balises sont envoyées en continu vers un centralisateur qui permet la visualisation des données. Les informations collectées par ces sondes sont enregistrées, analysées et consignées tous les mois dans un registre.

La surveillance du débit de dose gamma ambiant dans l'environnement est mise en œuvre sous couvert de l'agrément 6_16 au Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM).

6.3.3.1.1.3. Réseau 5 km

Ce réseau, implanté, est constitué de trois balises autonomes de mesures de débit de dose gamma ambiant. Ces balises radiamétriques ont été installées dans un rayon d'environ 5 km autour du site (Cf. [Figure 6.x](#) et [Tableau 6.p](#)).

Ce réseau est destiné à fournir une information sur l'évolution des débits d'exposition au rayonnement gamma ambiant en cas d'incident mais aussi à déceler toute situation anormale.

Tableau 6.p : Implantation des balises du « réseau 5 km »

Référence station	Localisation
0 KRS 911 MA	Commune de Siouville
0 KRS 912 MA	Commune de Tréauville
0 KRS 913 MA	Commune des Pieux

Elles permettent l'enregistrement et la retransmission en continu du débit de dose gamma ambiant et de donner l'alerte en cas de dépassement du Bruit de Fond ambiant (BdF). Le seuil d'alarme est fixé à $BdF + 0,114 \mu Sv/h$.

Les informations (débits de dose et états de fonctionnement) issues des balises sont envoyées en continu vers un centralisateur qui permet la visualisation des données. Les informations collectées par ces sondes sont enregistrées, analysées et consignées tous les mois dans un registre.

La surveillance du débit de dose gamma ambiant dans l'environnement est mise en œuvre sous couvert de l'agrément 6_16 au Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM).

6.3.3.1.1.4. Réseau 10 km

Ce réseau a été implanté à l'initiative de l'exploitant et ne fait donc pas partie de la surveillance réglementaire. Les informations suivantes sont données à titre indicatif.

Ce réseau, implanté dans un rayon de 10 km autour du site, est constitué de sept balises autonomes de mesures du débit de dose gamma ambiant. Ces balises radiométriques ont été installées dans des zones à forte densité de population. Elles sont identifiées de « 0 KRS 931 MA » à « 0 KRS 937 MA » (Cf. [Figure 6.x](#) et [Tableau 6.g](#)).

Tableau 6.q : Implantation des balises du « réseau 10 km »

Référence station	Localisation
0 KRS 931 MA	Commune de Biville
0 KRS 932 MA	Commune de Vasteville
0 KRS 933 MA	Commune de Saint-Christophe-du-Foc
0 KRS 934 MA	Commune de Sotteville
0 KRS 935 MA	Commune de Grosville
0 KRS 936 MA	Commune de Saint-Germain-le-Gaillard
0 KRS 937 MA	Commune de Surtainville

Elles permettent l'enregistrement et la retransmission en continu du débit de dose gamma ambiant et de donner l'alerte en cas de dépassement du Bruit de Fond ambiant (BdF). Le seuil d'alarme est fixé à $BdF + 0,114 \mu Sv/h$.

La surveillance du débit de dose gamma ambiant dans l'environnement est mise en œuvre sous couvert de l'agrément 6_16 au Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM).

6.3.3.1.1.2. Surveillance de l'activité des poussières atmosphériques

Trois stations d'aspiration en continu des poussières atmosphériques (aérosols) numérotées de AS1 à AS3 sont implantées dans un rayon de 1 km autour du site (Cf. [Figure 6.w](#) et [Tableau 6.r](#)).

Tableau 6.r : Implantation des stations d'aspiration des poussières atmosphériques

Points de prélèvement	Localisation
AS1	Station AS1, Flamanville
AS2	Station AS2, parking sud de la centrale nucléaire
AS3	Station AS3, station de pompage de Diélette

L'aspiration des poussières atmosphériques sur filtre est réalisée en continu sur des périodes de 24 heures. Les filtres sont ensuite transmis au laboratoire « environnement » du site pour analyse. Une analyse journalière de l'indice d'activité bêta globale d'origine artificielle est réalisée au plus tôt 5 jours après la fin du prélèvement sur chaque filtre. Ces analyses permettent de s'assurer du respect de la valeur d'activité volumique limite réglementaire mesurée dans l'air au niveau du sol en activité bêta globale pour les aérosols d'origine artificielle de 10 mBq/m³ en moyenne journalière. En cas de dépassement de la valeur de 2 mBq/m³ de l'activité bêta globale mesurée au plus tôt 5 jours après la fin du prélèvement sur chaque filtre, une analyse isotopique complémentaire par spectrométrie gamma est réalisée.

Une analyse isotopique mensuelle des aérosols par spectrométrie gamma sur regroupement des filtres quotidiens d'une même station est également réalisée.

Les seuils de décision réglementaires correspondants aux analyses réalisés sur les filtres sont présentés dans le [Tableau 6.s](#).

Tableau 6.s : Seuils de décision réglementaires des analyses radiologiques des aérosols

Mesure	Seuils de décision réglementaires
Bêta globale (pour un prélèvement de 24 heures)	2,5.10 ⁻⁴ Bq/m ³
Spectrométrie gamma (regroupement mensuel de filtres)	10 ⁻⁵ Bq/m ³ (en ¹³⁷ Cs)
Spectrométrie gamma (analyse isotopique complémentaire)	5.10 ⁻⁵ Bq/m ³ (en ¹³⁷ Cs)

Les étapes du prélèvement à l'analyse des échantillons, sont réalisées sous couvert des agréments 4_01, 4_02 et 4_04 du Réseau National de Mesure de la radioactivité de l'environnement (RNM).

6.3.3.1.1.3. Surveillance de l'activité du tritium atmosphérique

Un dispositif de prélèvement du tritium atmosphérique par barbotage est implanté sous les vents dominants, au niveau de la station AS1 (Cf. [Figure 6.w](#)).

Le prélèvement du tritium atmosphérique effectué en continu pendant chacune des périodes réglementaires³⁵ (du 1^{er} au 7, du 8 au 14, du 15 au 21 et du 22 à la fin du mois à plus ou moins un jour près) est analysé à la fin de chaque période. L'eau des barboteurs est transmise au laboratoire « environnement » du site pour analyse. Une mesure de tritium par scintillation liquide permet de déterminer l'activité en tritium dans l'eau du barboteur pour chaque période réglementaire.

Ces mesures permettent de s'assurer du respect de la valeur d'activité volumique limite réglementaire mesurée dans l'air au niveau du sol en tritium de 50 Bq/m³.

Le seuil de décision réglementaire correspondant aux analyses de tritium atmosphérique réalisées au niveau de la station AS1 est de 0,5 Bq/m³.

Les étapes du prélèvement à l'analyse des échantillons, sont réalisées sous couvert de l'agrément 5_05 du Réseau National de Mesure de la radioactivité de l'environnement (RNM).

³⁵ Périodes précisées à l'article 3.2.10 de la décision « Modalité Parc ».

6.3.3.1.1.4. Surveillance de l'activité des eaux de pluie

Un dispositif de prélèvement des eaux de pluie par un collecteur de précipitations est implanté sous les vents dominants, au niveau de la station AS1 (Cf. [Figure 6.w](#)).

Les eaux de pluie sont prélevées en continu sur quinze jours grâce à un collecteur de précipitations, avec une détermination bimensuelle de l'activité bêta globale, tritium et teneur en potassium. Les eaux de pluie sont transférées au laboratoire « environnement » du site pour analyse. Le bidon de recueil des eaux de pluie est changé de manière systématique toutes les deux semaines et il peut éventuellement être changé plus souvent afin de tenir compte du volume des précipitations.

Les seuils de décision règlementaires correspondant aux analyses réalisées sur les eaux de pluie sont présentés dans le [Tableau 6.t](#).

Tableau 6.t : Seuils de décision règlementaires des analyses radiologiques des eaux de pluie

Mesure	Seuils de décision règlementaires
Bêta globale	0,25 Bq/L
Tritium	10 Bq/L

Les étapes du prélèvement à l'analyse des échantillons, sont réalisées sous couvert des agréments 1_04 et 1_05 du Réseau National de Mesure de la radioactivité de l'environnement (RNM).

6.3.3.1.2. Surveillance radiologique règlementaire du compartiment terrestre

6.3.3.1.2.1. Surveillance des eaux souterraines

La surveillance radiologique des eaux souterraines est décrite au [Paragraphe 5.3.1.2 du Chapitre 5](#).

6.3.3.1.2.2. Surveillance des végétaux terrestres et du lait

Végétaux terrestres

Deux échantillons mensuels distincts de végétaux terrestres sont prélevés dont un sous les vents dominants. Dans la mesure du possible, les échantillons sont récoltés aux mêmes stations dans le temps afin de faciliter la comparaison et l'exploitation des résultats. Sur ces prélèvements il est réalisé une spectrométrie gamma portant notamment sur les radionucléides rejetés sous forme gazeuse et le potassium 40 à fréquence mensuelle. De plus sur les prélèvements effectués sous les vents dominants, il est réalisé une mesure de l'activité du carbone 14 et teneur en carbone élémentaire à fréquence trimestrielle. Ces analyses sont complétées annuellement par une mesure du tritium libre (HTO) et organique (TOL).

Lait

Si possible, deux prélèvements mensuels de lait produit au voisinage de l'installation (0-10 km), dont un de préférence sous les vents dominants, sont également réalisés. Dans la mesure du possible, les échantillons sont récoltés aux mêmes stations dans le temps afin de faciliter la comparaison et l'exploitation des résultats. Sur ces prélèvements il est réalisé à fréquence mensuelle une spectrométrie gamma portant notamment sur les radionucléides rejetés sous forme gazeuse et le potassium 40. Sur le prélèvement effectué de préférence sous les vents dominants, il est réalisé une mesure de l'activité carbone 14 et de tritium (HTO) à fréquence annuelle.

Les seuils de décision règlementaires correspondant aux analyses réalisées sur les végétaux terrestres et le lait sont présentés dans le [Tableau 6.u](#).

Tableau 6.u : Seuils de décision règlementaires et fréquence des analyses radiologiques pour les végétaux terrestres et le lait

Nature du prélèvement	Mesure	Fréquence	Seuils de décision règlementaires
Végétaux terrestre	Spectrométrie gamma	Mensuelle	0,5 Bq/kg sec (¹³⁷ Cs)
	Carbone 14	Trimestrielle	Incertitude < 15 %
	Tritium (HTO et TOL)	Annuelle	10 Bq/L
Lait	Spectrométrie gamma	Mensuelle	-
	Carbone 14	Annuelle	Incertitude < 15 %
	Tritium	Annuelle	10 Bq/L

Les étapes du prélèvement à l'analyse des échantillons, sont réalisées sous couvert des agréments 3_01, 3_02, 3_05 et 3_06 du Réseau National de Mesure de la radioactivité de l'environnement (RNM).

6.3.3.1.2.3. Surveillance des couches superficielles des terres et des productions agricoles

Couches superficielles de terres

Un prélèvement annuel de couches superficielles de terres dans une zone située sous les vents dominants est effectué. Dans la mesure du possible, les échantillons sont récoltés aux mêmes stations d'une année sur l'autre afin de faciliter la comparaison et l'exploitation des résultats.

Sur ce prélèvement annuel il est réalisé une spectrométrie gamma portant notamment sur les radionucléides rejetés sous forme gazeuse et le potassium 40.

Productions agricoles

Des prélèvements annuels de productions agricoles, dont un situé dans les zones situées sous les vents dominants sont réalisés. Dans la mesure du possible, les échantillons sont récoltés aux mêmes stations d'une année sur l'autre afin de faciliter la comparaison et l'exploitation des résultats.

Sur ces prélèvements annuels sont réalisés une spectrométrie gamma portant notamment sur les radionucléides rejetés sous forme gazeuse et le potassium 40 et des mesures du tritium libre (HTO) et organiquement lié (TOL). Des mesures de carbone 14 sur une production destinée à la consommation humaine sont également effectuées annuellement.

Les seuils de décision règlementaires correspondants aux analyses réalisées sur les couches superficielles de terres et les productions agricoles sont présentés dans le [Tableau 6.v](#).

Tableau 6.v : Seuils de décision règlementaires et fréquence des analyses radiologiques pour les couches superficielles des terres et des productions agricoles

Nature du prélèvement	Mesure	Fréquence	Seuils de décision règlementaires
Couches superficielle des terres	Spectrométrie gamma	Annuelle	0,5 Bq/kg sec (¹³⁷ Cs)
Productions agricoles	Spectrométrie gamma	Annuelle	0,5 Bq/kg frais (¹³⁷ Cs)
	Tritium (HTO et TOL)	Annuelle	10 Bq/L
	Carbone 14	Annuelle	Incertitude < 15 %

Les étapes du prélèvement à l'analyse des échantillons, sont réalisées sous couvert des agréments 3_01, 3_02, 3_05 et 3_06 (productions agricoles) et 2_01 et 2_02 (couches superficielles de terres) du Réseau National de Mesure de la radioactivité de l'environnement (RNM).

6.3.3.1.3. Surveillance radiologique règlementaire du compartiment aquatique

6.3.3.1.3.1. Surveillance des eaux réceptrices

Un prélèvement à mi-rejet est effectué lors de chaque rejet d'effluents liquides radioactifs des réservoirs T et S. Ce prélèvement est effectué sur un échantillon horaire prélevé en zone d'influence des rejets du site. Les prélèvements sont transmis au laboratoire « environnement » du site qui réalise une mesure sur l'eau filtrée (détermination de l'activité bêta globale, du tritium et de la teneur en potassium) et sur les matières en suspension (activité bêta globale). Ces analyses permettent de s'assurer du respect des valeurs d'activité volumique horaire à mi-rejet et moyenne journalière en période de rejet et hors période de rejet.

En outre, lors de chaque rejet d'effluents radioactifs, il est également réalisé un prélèvement en un point hors influence des rejets. Ces échantillons sont conservés pour permettre d'éventuelles mesures dans le cas où les résultats des mesures de l'hydrocollecteur en zone d'influence des rejets du site atteindraient les limites règlementaires autorisées pour le site.

Par ailleurs, y compris en dehors des périodes de rejet des réservoirs T et S du site, des mesures de l'activité du tritium sont réalisées sur un échantillon aliquote moyen journalier de l'eau du milieu récepteur en zone d'influence des rejets du site. Une partie suffisante du volume d'échantillons horaires prélevés par l'hydrocollecteur est conservée afin de réaliser d'éventuelles mesures complémentaires.

Si les résultats des mesures atteignent les niveaux en activité volumique mentionnés dans le [Tableau 6.w](#), l'exploitant suspend le rejet éventuellement en cours et réalise les examens complémentaires suivants :

- des mesures sur le prélèvement en un point hors influence du rejet afin de rechercher l'origine de ce niveau d'activité ;
- des mesures de l'activité du tritium sur chacun des prélèvements horaires de l'hydrocollecteur en zone d'influence des rejets du site, s'il s'avère que les rejets d'effluents liquides du site peuvent être à l'origine de ce niveau d'activité ;
- des spectrométries gamma du ou des échantillons incriminés.

Le rejet ne peut être repris qu'à l'issue de l'analyse des résultats de ces investigations et de la mise en œuvre des éventuelles actions permettant de respecter les limites règlementaires d'activité volumique mentionnés dans le [Tableau 6.w](#).

Tableau 6.w : Limites réglementaires pour les activités volumiques mesurées dans l'environnement aquatique (Bq/L)

Paramètres	Activité volumique horaire à mi-rejet	Activité volumique moyenne journalière	
		En période de rejet	Hors période de rejet
Tritium	1 800	900	100
Émetteurs bêta (hors ⁴⁰ K et ³ H)	18	-	

6.3.3.1.3.2. Surveillance des eaux de surface

Des contrôles des eaux de surface (eau de mer) sont également effectués bimensuellement en zone d'influence des rejets du site et mensuellement en dehors de la zone d'influence des rejets du site. Sur ces prélèvements d'eau de mer au large, il est réalisé une mesure sur l'eau filtrée (détermination de l'activité bêta globale, du potassium et du tritium) et sur les matières en suspension (activité bêta globale).

Les étapes du prélèvement à l'analyse des échantillons, sont réalisées sous couvert des agréments 1_01, 1_02, 1_04 et 1_05 du Réseau National de Mesure de la radioactivité de l'environnement (RNM).

6.3.3.1.3.3. Surveillance des sédiments, des végétaux aquatiques, des crustacés, des mollusques et des poissons

Dans le cadre de la surveillance réglementaire de la radioactivité de l'environnement aquatique du site de Flamanville, des prélèvements annuels de sédiments, flore aquatique (algues) et faune aquatique (poissons, crustacés et mollusques) sont réalisés dans la Manche en zone sous influence et en zone hors influence des rejets d'effluents radioactifs liquides, afin d'évaluer une éventuelle contribution de ces rejets à l'apport de radionucléides artificiels dans le compartiment aquatique. Dans la mesure du possible, les échantillons sont récoltés aux mêmes stations d'une année sur l'autre afin de faciliter la comparaison et l'exploitation des résultats.

Sur les prélèvements annuels de sédiments, algues, mollusques, crustacés et poissons, il est réalisé une spectrométrie gamma portant notamment sur les radionucléides rejetés sous forme liquide et le potassium 40. Sur les poissons, les crustacés et mollusques, il est également réalisé une mesure de carbone 14 et une mesure de tritium organiquement lié (TOL).

Les seuils de décision correspondants aux analyses réalisées sur les sédiments, la flore aquatique (algues) et la faune aquatique (poissons, crustacés, mollusques) sont présentés dans le [Tableau 6.x](#).

Tableau 6.x : Seuils de décision réglementaires des analyses radiologiques pour les sédiments, la flore aquatique (algues) et la faune aquatique (poissons, mollusques et crustacés)

Nature du prélèvement	Mesure	Fréquence	Seuils de décision réglementaires
Sédiments	Spectrométrie gamma	Annuelle	0,5 Bq/kg sec (¹³⁷ Cs)
Flore aquatique	Spectrométrie gamma	Annuelle	0,5 Bq/kg sec (¹³⁷ Cs)
Faune aquatique (poissons, crustacés et mollusques)	Spectrométrie gamma	Annuelle	0,5 Bq/kg frais (¹³⁷ Cs)
	Carbone 14	Annuelle	Incertitude < 15 %
	Tritium (TOL)	Annuelle	10 Bq/L
	Tritium (TOL)	Annuelle	10 Bq/L

Les étapes du prélèvement à l'analyse des échantillons, sont réalisées sous couvert des agréments 2_01 et 2_02 (sédiments) et 3_01, 3_02, 3_05 et 3_06 (faune et flore aquatique) du Réseau National de Mesure de la radioactivité de l'environnement (RNM).

6.3.3.1.4. Synthèse de la surveillance radiologique de l'environnement

Les [Tableau 6.y](#), [Tableau 6.z](#) et [Tableau 6.aa](#) récapitulent l'ensemble de la surveillance radiologique de l'environnement du site de Flamanville.

Tableau 6.y : Tableau récapitulatif de la surveillance radiologique règlementaire dans le compartiment atmosphérique

Compartiment de l'environnement	Nature du contrôle	Localisation	Fréquence	Paramètres ou analyses
Radioactivité ambiante	Réseau clôture	10 stations en limite du site	En continu	Débit De Dose γ ambiant
	Réseau 1 km	4 stations dans un rayon de 1 km	En continu	Débit De Dose γ ambiant
	Réseau 5 km	3 stations dans un rayon de 5 km	En continu	Débit De Dose γ ambiant
	Réseau 10 km ³⁶	7 stations dans un rayon de 10 km	En continu	Débit De Dose γ ambiant
Air au niveau du sol	Poussières atmosphériques	3 stations dans un rayon de 1 km (AS1 – sous les vents dominants, AS2, AS3, AS4)	Quotidienne	Détermination de l'activité bêta globale à J+5 et spectrométrie gamma si bêta globale supérieure à 2 mBq/m ³
			Mensuelle	Spectrométrie gamma sur regroupement des filtres quotidiens d'une même station
	Tritium atmosphérique	Sous les vents dominants, station AS1	Hebdomadaire	Tritium

³⁶ Ce réseau a été implanté à l'initiative de l'exploitant et ne fait donc pas partie de la surveillance règlementaire. Les informations sont données à titre indicatif.

Compartiment de l'environnement	Nature du contrôle	Localisation	Fréquence	Paramètres ou analyses
Précipitations atmosphériques	Eau de pluie	Sous les vents dominants, station AS1	Bimensuelle	Activité bêta globale
				Tritium
				Potassium

Tableau 6.z : Tableau récapitulatif de la surveillance radiologique règlementaire dans le compartiment terrestre

Compartiment de l'environnement	Localisation	Fréquence	Paramètres ou analyses
Végétaux terrestres	Deux échantillons, dont un dans une zone située sous les vents dominants à proximité du site	Mensuelle	Spectrométrie gamma
		Trimestrielle	Carbone 14 + teneur de carbone élémentaire
	Sous les vents dominants	Annuelle	Tritium (HTO et TOL)
Lait	Si possible au voisinage de l'installation (0-10 km)	Mensuelle	Spectrométrie gamma
		Annuelle	Carbone 14
		Annuelle	Tritium (HTO)
Couches superficielles de terres	Sous les vents dominants	Annuelle	Spectrométrie gamma
Productions agricoles	Deux échantillons, dont un dans une zone située sous les vents dominants à proximité du site	Annuelle	Spectrométrie gamma
			Tritium (HTO et TOL)
			Carbone 14 (sur une production destinée à la consommation humaine)

Tableau 6.aa : Tableau récapitulatif de la surveillance radiologique réglementaire dans le compartiment aquatique

Compartiment de l'environnement	Localisation	Fréquence	Paramètres ou analyses
Eaux réceptrices	Zone d'influence des rejets du site	Horaire (à mi-rejet à chaque rejet des réservoirs T et S)	Activité Bêta globale, potassium et tritium (eau filtrée) Bêta globale (MES)
		Aliquotes moyens journaliers	Tritium
	En dehors de la zone d'influence des rejets du site	À chaque rejet des réservoirs T et S	Si dépassement des limites réglementaires autorisés en zone d'influence des rejets du site
Eaux de surface (eau de mer)	Zone d'influence des rejets du site	Bimensuelle	Activité Bêta globale, potassium et tritium (eau filtrée) Activité Bêta globale (MES)
	En dehors de la zone d'influence des rejets du site	Mensuelle	Activité Bêta globale, potassium et tritium (eau filtrée) Activité Bêta globale (MES)
Sédiments	Zone d'influence des rejets du site et en dehors de la zone d'influence des rejets du site	Annuelle	Spectrométrie gamma
Flore aquatique			Spectrométrie gamma
Faune aquatique (poissons, crustacés et mollusques)			Spectrométrie gamma Carbone 14 Tritium (TOL)

6.3.3.2. ÉTUDES RADIOÉCOLOGIQUES

En complément des analyses réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire, EDF a mis en place sa propre stratégie d'étude destinée à évaluer le plus finement possible la contribution du site de Flamanville à l'apport de radionucléides artificiels dans l'environnement.

Au début des années 1990, un suivi de l'activité gamma par des mesures à bas niveau de matrices environnementales terrestres (sols, végétaux, lait) et aquatiques continentales ou marines (sédiments, végétaux, poissons...), à une fréquence annuelle sur l'ensemble du Parc en exploitation, a été mis en place. Cette analyse a par la suite été complétée par la caractérisation de l'activité du tritium libre (HTO) à partir de 2010 et par la mesure du tritium organiquement lié (TOL) à partir de 2021 et du carbone 14 (¹⁴C) à partir de 2013. Des analyses de ⁶³Ni et de ⁵⁵Fe ont été intégrées au suivi annuel des CNPE situés en milieu marin depuis 2018.

Dans le cadre de ces études, les stations de prélèvement et la nature des échantillons collectés sont choisies afin de permettre la comparaison des résultats avec ceux obtenus lors des études précédentes, tout en tenant compte des activités économiques principales de la région et des conditions locales, notamment du régime éolien. Ainsi, les stations de prélèvement sont situées sous et hors l'influence des rejets d'effluents radioactifs liquides et à l'atmosphère. Les échantillons choisis représentent des vecteurs de transfert direct ou indirect de la radioactivité vers l'homme et l'environnement. Les sols et les sédiments sont également caractérisés par une granulométrie et une détermination de la concentration en matières organiques. Le rapport, établi dans le cadre de ce suivi radioécologique annuel, est intégré dans le Rapport Environnemental Annuel du site.

Tous les dix ans, à compter de la date moyenne de mise en fonctionnement de chaque site, un bilan radioécologique décennal est réalisé. Ceux du site de Flamanville ont été effectués en 1996, puis en 2006 et en 2017. Afin de compléter la caractérisation annuelle des niveaux de radioactivité dans l'environnement (détermination de l'activité, à l'état de traces, de radionucléides émetteurs gamma, du tritium libre (HTO), du tritium organiquement lié (TOL) et du carbone 14), sont caractérisés les émetteurs alpha (plutonium 238 (^{238}Pu), plutonium 239 et 240 ($^{239+240}\text{Pu}$), américium 241 (^{241}Am)), et d'autres radionucléides émetteurs bêta tels que le strontium 90 (^{90}Sr) et le technétium 99 (^{99}Tc), le nickel 63 (^{63}Ni). Pour effectuer ces analyses, un nombre plus important et une plus grande diversité d'échantillons sont récoltés par rapport aux études réalisées annuellement.

Les résultats sont présentés aux [Paragraphe 6.1.4](#) et [6.1.5](#).

6.3.3.3. SURVEILLANCE EFFECTUÉE PAR LES AUTORITÉS

L'ASN fait réaliser de façon systématique, pour son propre compte, des contrôles par un organisme expert, appui de l'ASN (IRSN).

En parallèle de sa propre surveillance, le site de Flamanville collecte les échantillons prélevés par les équipements de surveillance de l'environnement, propriété de l'IRSN. Les prélèvements effectués pour le compte de l'ASN sont envoyés à l'IRSN pour analyses.

Les plans de surveillance demandés par l'ASN et effectués par l'IRSN autour des installations tiennent compte du type d'exploitation et de leurs rejets. Ces plans varient en fonction de l'environnement géographique de l'installation. Ils répondent à deux objectifs :

- la détection précoce d'un incident ou d'un événement radiologique par le biais des balises de télémesure (balise Téléray) ;
- l'évaluation des niveaux d'activité mesurés dans des échantillons issus des différents compartiments de l'environnement susceptibles d'être marqués par les rejets d'effluents liquides ou à l'atmosphère de l'installation surveillée.

Le plan de surveillance établi à proximité du site de Flamanville comprend notamment :

- Une mesure en continu dans l'air du débit de dose gamma ambiant effectuée par une sonde de surveillance du réseau Téléray.
- Un prélèvement tous les trois jours de poussières atmosphériques effectué à la station AS1 et expédié les jours ouvrés à l'IRSN.
- Un prélèvement en continu des eaux de pluie effectué à la station AS1 récupéré à périodicité hebdomadaire (1^{er}, 8, 15, 22 de chaque mois à plus ou moins un jour près) ou en cas de fortes pluies et envoyé à l'IRSN pour analyse tous les mois.
- Un prélèvement de boue collecté en fin de mois, dans les eaux réceptrices vers lesquelles les effluents Ex, T et S sont orientés, et représentatif du mois écoulé, envoyé mensuellement à l'IRSN.
- Un prélèvement par hydrocollecteur en continu des eaux réceptrices vers lesquelles les effluents Ex, T et S sont orientés, bidons récupérés tous les trois jours environ, et envoyés mensuellement à l'IRSN.

Les données issues des analyses environnementales réalisées par cette surveillance sont comparées aux mesures réalisées par l'exploitant et sont exportées sur le site internet du réseau national de mesures : <https://www.mesure-radioactivite.fr/>.

6.4.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

Les cinq catégories de radionucléides rejetées sont : le carbone 14, le tritium, les gaz rares, les iodes et les autres Produits de Fissions (PF) ou d'Activation (PA) émetteurs bêta ou gamma (ou autres PF/PA). Quelle que soit la voie de rejet, les effluents par voie atmosphérique ou par voie liquide produits sont collectés de façon sélective avant d'être orientés vers les systèmes de traitement appropriés (Cf. [Tableau 6.bb](#)).

Tableau 6.bb : Mesures d'évitement et/ou réduction des impacts pour les rejets radioactifs

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Rejets d'effluents radioactifs	La réduction des effluents à la source consiste à limiter le volume produit et l'activité volumique des substances radioactives dans les effluents.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	Des spécifications radiochimiques sont mises en œuvre et définissent les valeurs d'activités volumiques cibles dans les circuits, ainsi que les valeurs à partir desquelles des actions doivent être engagées.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
Rejets d'effluents radioactifs par voie liquide	La mise en place de systèmes d'épuration continue du fluide primaire assure un piégeage au plus près de la source des PA présents dans le fluide primaire.	Réduction	Achat de systèmes d'épuration
	La production de tritium, caractéristique intrinsèque des Réacteurs à Eau sous Pression (REP), est maîtrisée par différents moyens. Le gainage en alliage de zirconium permet notamment de confiner la quasi-totalité du tritium produit par fission dans les crayons du combustible.	Évitement, Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	L'utilisation de lithium enrichi en lithium 7 permet de réduire la production de tritium dans l'eau du circuit primaire par activation neutronique du lithium 6.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	L'utilisation d'une charge de gadolinium significative (nombre de crayons gadoliniés absorbant les neutrons de la réaction nucléaire) réduit la production de tritium via la réduction de la concentration en bore de l'eau primaire.	Réduction	Deux jours de production électrique à pleine puissance

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
	Pour les effluents radioactifs par voie liquide (hors tritium et carbone 14), la filtration, le traitement sur résines échangeuses d'ions et/ou l'évaporation, mis en œuvre sur le site de Flamanville sont reconnus au niveau international et mis en œuvre par l'ensemble des exploitants de sites nucléaires de production d'électricité.	Évitement, Réduction	Coût de l'installation du dispositif d'épuration et de filtration : environ 230 k€
	Les dispositions adoptées pour réduire l'effet des rejets thermiques en mer sont également efficaces pour favoriser la bonne dilution des effluents radioactifs liquides et réduire ainsi leur impact.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	L'utilisation de bore enrichi en isotope 10 pour le conditionnement de l'eau primaire permet de réduire la concentration en bore de l'eau primaire et donc la quantité de bore rejetée.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	Des inspections sont mises en place sur les Équipements Sous Pression (ESP) afin de contrôler l'absence de fuites.	Évitement	Coût intégré à la maintenance du site
	Le choix de matériaux limitant les relâchements de substances qui conduisent dans le process à générer des éléments radioactifs permet notamment de diminuer l'utilisation de stellites, à l'origine du relâchement de cobalt.	Réduction	Coût intégré à la conception
Rejets d'effluents radioactifs par voie atmosphérique	Les « autres PF/PA » présents sous forme d'aérosols dans les effluents rejetés à l'atmosphère sont en majeure partie retenus par les filtres THE (à Très Haute Efficacité). En outre, le rejet des effluents par voie atmosphérique se fait en laissant décroître les radionucléides à période courte sur des lits à retard, ce qui contribue à la baisse des niveaux d'activité rejetée en gaz rares. Les filtres utilisés sont des filtres Très Haute Efficacité (THE) avec un coefficient d'efficacité d'au moins 1000 et qui correspondent aux meilleures techniques disponibles en matière de traitement des effluents à l'atmosphère. L'utilisation de tels filtres pour la rétention des aérosols est largement reconnue à l'international (AIEA ³⁷ , 2014; OCDE ³⁸ , 2003 ; EA ³⁹ , 1998 ; NVF/DG001 ⁴⁰ , 2009) et mis en œuvre par la quasi-totalité des exploitants du nucléaire à l'international.	Évitement, Réduction	Coût associé à l'entretien des filtres THE : environ 10 k€ par an
	Des mesures sont prises dans une démarche d'amélioration continue afin d'améliorer l'étanchéité déjà satisfaisante des gaines du combustible et des circuits véhiculant des gaz radioactifs, par exemple à travers le choix de matériaux et de matériels adaptés.	Réduction	Coût intégré à la conception, à l'exploitation et à la maintenance du site

³⁷ Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) - TECDOC-1744 – Treatment of Radioactive Gaseous Waste – 2014.

³⁸ Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) - Effluent release options from nuclear installations. Technical Background and regulatory aspects – 2003.

³⁹ Environment Agency (EA) - Technical Guidance Note A5, Abatement of Atmospheric Radioactive Releases from Nuclear Facilities – 1998.

⁴⁰ NVF/DG001, Nuclear industry guidance – An Aid to the Design of Ventilation of Radioactive Areas – 2009.

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
	La diminution de l'activité en tritium dans le circuit primaire avant l'ouverture de la cuve lors des arrêts du réacteur permet de réduire la production d'eau tritiée dans les piscines des bâtiments combustible et du réacteur. L'évaporation de l'eau tritiée dans ces piscines étant l'origine principale des rejets de tritium par voie atmosphérique, cette mesure permet de réduire l'activité rejetée en tritium par voie atmosphérique.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	Des dispositions de conception permettent de réduire les effluents par voie atmosphérique radioactifs : - l'absence de vanne pneumatique dans le bâtiment réacteur, - l'absence de bache TEP intermédiaire,	Évitement	Coût intégré à la conception de l'EPR
	Le traitement des effluents par voie atmosphérique permet de retenir, sur l'EPR, l'essentiel de l'activité des effluents par voie atmosphérique et les quantités d'activité résiduelle rejetées à la cheminée sont diluées, contrôlées et comptabilisées. La hauteur de la cheminée de rejet de l'EPR déterminée pour une bonne diffusion de ces rejets, comme pour celles des réacteurs 1-2, tient compte de la hauteur de la falaise.	Réduction	Coût intégré à la conception de l'EPR
	La conception de l'EPR apporte un gain significatif sur les rejets radioactifs par voie atmosphérique, grâce en particulier au système de traitement des effluents par voie atmosphérique TEG de conception similaire à celle des réacteurs Konvoi. Ce système présente en particulier l'avantage de fonctionner en boucle quasi fermée en fonctionnement normal.	Réduction	Coût intégré à la conception de l'EPR

Afin de vérifier l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction décrites ci-dessus, des mesures de surveillance sont mises en place (Cf. [Paragraphe 6.3](#)).

Ces différentes mesures ont été prises en compte lors de l'analyse à court, moyen et long terme des incidences négatives et positives, directes et indirectes, temporaires et permanentes sur le risque environnemental menée précédemment. Cette analyse ne met pas en évidence d'incidences négatives notables sur l'environnement et la santé humaine, si bien qu'il n'est pas proposé de mesures supplémentaires d'évitement, de réduction ou bien compensatoires.

6.5.

DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES

6.5.1. ÉVALUATION RÉTROSPECTIVE SUR LA BASE DES MESURES EFFECTUÉES DANS L'ENVIRONNEMENT

6.5.1.1. PRÉSENTATION DE LA MÉTHODOLOGIE

L'analyse des incidences du risque environnemental du site de Flamanville est estimée sur la base des études radioécologiques réalisées dans l'environnement. Les différentes études régulièrement réalisées permettent de connaître précisément la composition de la radioactivité des différentes matrices (minérales, biologiques...) de l'environnement terrestre et aquatique, et de mettre en évidence, en comparaison avec les résultats antérieurs, tout marquage dans l'environnement.

Cette approche permet de déterminer dans quelle mesure l'exploitation du CNPE a contribué à l'apport de radionucléides artificiels dans l'environnement.

6.5.1.2. LIMITES DES MOYENS D'ÉVALUATION RÉTROSPECTIVE

L'évaluation rétrospective de l'impact environnemental s'appuyant sur les études radioécologiques progresse avec la stratégie appliquée dans le cadre de ces études. Les suivis radioécologiques annuels réalisés dans l'environnement des CNPE sont enrichis à partir des progrès scientifiques obtenus soit dans le domaine de la métrologie, soit dans celui de la méthodologie en fonction des retours d'expérience. Ces améliorations contribueront à vérifier *a posteriori* l'absence d'incidences sur l'environnement des rejets d'effluents radioactifs du site de Flamanville.

6.5.2. ÉVALUATION PROSPECTIVE DU RISQUE ENVIRONNEMENTAL

6.5.2.1. PRÉSENTATION DE LA MÉTHODOLOGIE

L'outil ERICA⁴¹ (Environmental Risks from Ionising Contaminants : Assessment and management) est le résultat de l'effort commun de 15 institutions (dont l'IRSN) de 7 pays européens dans le cadre du 6^{ème} PCRD (Programme Cadre de Recherche et Développement) financé par l'Union Européenne entre 2004 et 2007. Il permet d'évaluer, de caractériser et de gérer les risques environnementaux induits par la présence de radionucléides dans l'environnement terrestre et aquatique.

Depuis 2008, en application des recommandations internationales visant la radioprotection des espèces non humaines, EDF a complété son approche par une évaluation du risque environnemental attribuable aux rejets d'effluents radioactifs de ses installations avec l'outil ERICA⁴². L'évaluation est réalisée par l'intermédiaire des calculs d'indices de risques pour des couples organismes de référence/radionucléide.

Cette méthode^{43,44} est graduée en trois niveaux d'évaluation basés sur des hypothèses ayant un degré de conservatisme décroissant. Elle s'appuie sur le principe de proportionnalité qui veille à ce qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude et le risque environnemental. Plus l'utilisateur progresse dans les niveaux d'évaluation, plus il lui est possible d'inclure dans son évaluation des paramètres spécifiques à l'environnement dont il souhaite faire l'étude de risque.

Les trois niveaux d'évaluation proposés dans la méthodologie ERICA sont les suivantes :

- Un premier niveau d'évaluation dit de « *screening* » : ce terme est utilisé pour désigner la première évaluation simplifiée, réalisée sur la base de critères génériques, et délibérément conservative, qui permet à l'évaluateur d'écarter avec certitude les situations d'exposition qui n'engendrent aucun risque pour l'environnement.
- Un deuxième niveau d'évaluation utilisant des données génériques, des modèles de transfert des radionucléides plus réalistes, des organismes de référence plus représentatifs.
- Et, un troisième niveau d'évaluation, qui est mis en œuvre seulement si le second a permis d'identifier des situations à risque. Il s'agit d'une évaluation complète basée sur des données spécifiques au site étudié.

⁴¹ D-ERICA: An integrated approach to the assessment and management of environmental risks from ionising radiation - Description of purpose, methodology and application. N. Beresford & al. February 2007.

⁴² Radioprotection de l'environnement : méthodologie et retour d'expérience d'EDF. C. Boyer, G. Gontier et P.-Y. Hemidy. Radioprotection Volume 51, Number 4, October-December 2016, pages 237-244.

⁴³ Évaluer l'impact des rejets radioactifs sur l'environnement : situation actuelle et perspectives. J. Garnier-Laplace, K. Beaugelin-Seiller, R. Gilbin, J-C. Gariel. La Revue de l'ASN « Contrôle » n°177, Novembre 2007, pages 36 à 41.

⁴⁴ A new version of the ERICA tool to facilitate impact assessments of radioactivity on wild plants and animals, J.E. Brown, B. Alfonso, R. Avila, N.A. Beresford, D. Coplestone, A. Hosseini, Journal of Environmental Radioactivity 153 (2016) 141-148.

Comme pour la méthode d'évaluation du risque environnemental associé aux substances chimiques, décrite dans les guides EChA⁴⁵, chaque niveau d'évaluation de la méthodologie ERICA est constitué des quatre composantes suivantes :

- La **formulation du problème** (ou identification des dangers), qui vise à réunir toutes les informations disponibles concernant les substances nocives, les cibles à protéger (organismes de référence) dans l'environnement et les relations potentielles entre la source et la cible.
- L'**analyse des expositions**, qui vise à déterminer, par la mesure ou le calcul, les concentrations auxquelles les organismes de référence peuvent être exposés (PEC, Predicted Environmental Concentration).
- L'**analyse des effets**, qui a pour objet la détermination des concentrations prévues sans effet (PNEC, Predicted No Effect Concentration) par l'examen des relations dose-réponse associées à chaque couple substance-organisme. Les effets retenus pour déterminer les PNEC sont, dans le cas des milieux récepteurs, de type déterministe, c'est-à-dire, pertinents au regard de la dynamique des populations des espèces (par exemple : croissance, reproduction, mortalité...).
- La **caractérisation du risque**, qui intègre les données d'exposition et les données d'effet.

6.5.2.2. HYPOTHÈSES DE CALCUL - CONSERVATISMES

Les principes de l'évaluation du risque pour l'environnement d'un rejet d'effluent radioactif sont les mêmes que ceux appliqués aux substances chimiques. Le débit de dose induit par les rejets radioactifs (PEDR) pour chaque organisme de référence de l'environnement donné est comparé à la valeur de débit de dose sans effet (PNEDR : Predicted No Effect Dose Rate).

Dans le cadre de l'approche ERICA, la PNEDR a été déterminée selon la technique des SSD (Species Sensitivity Distribution) appliquée aux données d'effets des rayonnements ionisants pour les organismes non humains. La méthode des SSD consiste à décrire la distribution statistique de la variation de sensibilité à un stresser au sein des espèces ayant fait l'objet de tests d'écotoxicité.

Le débit de dose, en deçà duquel 95 % des espèces d'un écosystème donné sont protégées, a été déterminé. La valeur de référence utilisée dans les niveaux d'évaluation 1 et 2 de la méthode ERICA est obtenue par application d'un facteur de sécurité à la valeur de HDR5 (Hazardous Dose Rate 5 %). Le débit de dose sans effet (PNEDR) en résultant est estimé à 10 µGy/h.

Les différents niveaux d'évaluation de la méthode ERICA aboutissent au calcul d'un indice de risque (IR). Ce dernier est calculé différemment selon le niveau d'évaluation considéré.

Le premier niveau d'évaluation de la méthode ERICA (Tier 1 ou « screening ») permet de réaliser une analyse simple et conservatrice du risque environnemental d'un rejet d'effluent radioactif sur la base d'un minimum de données d'entrée. L'activité mesurée ou estimée dans l'environnement (A) est comparée à une valeur d'activité limite dans l'environnement (EMCL – Environmental Media Concentration Limit). Chaque radionucléide est étudié individuellement et l'EMCL est déterminée par un rétro-calcul à partir du débit de dose sans effet (PNEDR) de 10 µGy/h.

⁴⁵ Les guides de l'EChA (European Chemicals Agency ou Agence Européenne des Produits Chimiques) élaborés dans le cadre de la réglementation REACH sont mis à disposition sur : <http://echa.europa.eu/fr/guidance-documents/guidance-on-information-requirements-and-chemical-safety-assessment>.

Les valeurs d'activité en radionucléide (A) dans l'environnement sont obtenues par modélisation des transferts de radionucléides au sein des écosystèmes, sur la base des rejets. L'outil SYMBIOSE est utilisé pour le calcul des activités respectivement dans l'environnement terrestre (activités dans l'air et dans le sol) et dans l'environnement aquatique (activités dans l'eau et dans les sédiments).

Le calcul de l'indice de risque (IR) pour le niveau d'évaluation 1 est fourni par la formule :

$$IR = \frac{A}{EMCL}$$

Avec :

IR : indice de risque pour un radionucléide donné,

A : activité d'un radionucléide estimée ou mesurée (en Bq/L pour l'eau, Bq/kg pour les sols ou sédiments et Bq/m³ pour l'air),

EMCL : valeur limite d'activité dans l'environnement pour un radionucléide donné pour le plus sensible des organismes de référence (mêmes unités).

Un indice de risque est calculé pour chaque organisme de référence. L'indice de risque retenu pour un radionucléide considéré est celui de l'organisme le plus sensible à ces effets. Par conséquent, l'indice de risque total, tenant compte de la somme des indices de risque des organismes les plus sensibles (IR) associés à chaque radionucléide, est toujours majorant.

Le résultat du calcul de l'indice de risque total est ensuite analysé :

- Si la somme des IR est inférieure à 1, la probabilité pour n'importe quel organisme de l'écosystème d'absorber une dose supérieure à 10 µGy/h est faible et le risque environnemental associé aux rejets d'effluents radioactifs peut être considéré comme négligeable. L'outil ERICA indique alors qu'il n'est pas nécessaire de réaliser le niveau d'évaluation supérieur du risque environnemental.
- Si la somme des IR est supérieure ou égale à 1, cela signifie qu'il existe une possibilité pour qu'au moins un organisme de l'écosystème puisse être soumis à une dose supérieure à 10 µGy/h ; il n'y a pas assez de preuve pour assurer que le risque radiologique vis-à-vis de l'environnement est négligeable. L'outil ERICA recommande alors de procéder à une évaluation générique du risque environnemental (niveau d'évaluation 2) afin d'affiner l'évaluation de ce risque.

Dans niveau d'évaluation 2 de la méthode ERICA, le débit de dose de screening de 10 µGy/h est directement comparé au débit de dose total absorbé estimé pour chaque organisme considéré individuellement :

$$IR_{org} = \frac{DR_{org}}{DRS}$$

Avec :

IR_{org} : indice de risque pour un organisme donné,

DR_{org} : débit de dose total estimé pour l'organisme de référence (µGy/h),

DRS : débit de dose de screening sélectionné par l'utilisateur (µG/h).

L'approche utilisée dans le niveau d'évaluation 2 diffère de celle adoptée dans le niveau d'évaluation 1 car l'indice de risque (IR) total pour un organisme donné est calculé en faisant la somme des IR des radionucléides pour cet organisme. Dans le niveau d'évaluation 1, l'indice de risque total est obtenu en additionnant les IR des organismes de référence limitant pour chaque radionucléide. Le niveau d'évaluation 2 est moins conservatif que le premier mais se justifie car l'utilisateur peut directement sélectionner les organismes de référence et les radionucléides qu'il souhaite considérer dans la modélisation. Bien que l'évaluation soit moins conservative, elle est plus représentative de l'environnement étudié.

6.5.2.3. LIMITES DES MOYENS D'ÉVALUATION PROSPECTIVE

L'évaluation prospective du risque environnemental effectuée selon la méthodologie ERICA a été validée par des études de cas⁽⁴⁶⁾ dans différents pays européens. Elle peut donc aujourd'hui être utilisée pour évaluer le risque environnemental lié à des rejets d'effluents radioactifs, actuels et futurs, dans un écosystème, complétant ainsi les observations de terrain.

Le projet ERICA et les groupes de travail associés ont pris fin en 2007. Il est néanmoins en constant développement puisque des améliorations lui sont apportées en continu pour combler ses limites actuelles. Parmi ces limites, on peut citer la séparation de l'environnement aquatique et terrestre. Il est actuellement impossible de réaliser une évaluation en considérant des organismes vivant dans plusieurs écosystèmes ou d'estimer les incidences d'un type de rejets d'effluents radioactifs (à l'atmosphère ou liquides) sur plusieurs écosystèmes (aquatiques ou terrestres). Le spectre de radionucléides disponible constitue une autre limite de l'outil, bien qu'il soit complété au fur et à mesure des développements.

Ces limites font partie des points à l'étude pour les futurs développements étudiés par le consortium en charge de l'évolution de l'outil. Certains radionucléides présents dans l'outil nécessitent également d'être paramétrés. Dans certains cas, la connaissance des paramètres nécessaires à l'évaluation (facteurs de concentration, relations dose-effets...) est insuffisante. La connaissance sur le comportement des radionucléides dans la biosphère est en constante évolution. L'outil est donc amélioré en y incorporant les nouvelles valeurs, plus précises, des paramètres.

Pour mieux contraindre ces paramètres, des programmes de recherche sont actuellement en cours. Par exemple, des programmes initiés par l'AIEA (Agence Internationale de l'Énergie Atomique) tels que les programmes EMRAS (Environmental Modelling for Radiation Safety), menés de 2003 à 2007 (EMRAS I) puis de 2009 à 2011 (EMRAS II), et les programmes MODARIA ([Modelling and Data for Radiological Impact Assessments](#)) (MODARIA I 2012-2015 et MODARIA II 2016-2019), ont pour objectif l'amélioration et l'intercomparaison des modèles d'évaluation des incidences des radionucléides dans l'environnement.

Initialement mis à disposition en 2007, l'outil ERICA en est aujourd'hui à sa 7^{ème} version. Les principales évolutions des dernières montées des versions (novembre 2014 et février 2016) sont l'ajout de radionucléides à la liste de radionucléides disponibles (¹⁴⁰Ba, ⁴⁵Ca, ⁵¹Cr, ²⁵²Cf, ¹⁹²Ir, ¹⁴⁰La, ²³¹Pa et ⁶⁵Zn), l'actualisation de la liste d'organismes de références, la mise à jour de certains coefficients de distribution Kd et de certains paramètres dosimétriques et l'actualisation de l'approche d'extrapolation utilisée pour combler des données manquantes parmi les mises à jour les plus importantes⁴⁷.

Des groupes de travail nationaux et internationaux, auxquels participent des experts faisant référence dans le domaine, permettent d'aborder des thèmes comme, notamment, celui de l'évaluation des doses au biota. La constitution d'une base de données des paramètres de transfert au biota et l'analyse des relations doses-effets contribuent à l'évolution constante de l'outil ERICA. L'ensemble des résultats est suivi et inclus dans l'amélioration de l'outil.

⁴⁶ Application of ERICA Integrated Approach at case study sites. Deliverable D10, European Commission, 6th Framework, Contract N°FI6R-CT-2003-508847, Beresford N., Howard B., Barnett C., 2007. 126 pages.

⁴⁷ A new version of the ERICA tool to facilitate impact assessments of radioactivity on wild plants and animals. J.E. Brown et 142 al. / Journal of Environmental Radioactivity 153 (2016) 141-148.

6.6. CONCLUSION

De façon rétrospective, les rejets radioactifs effectués par les réacteurs 1 et 2 n'ont globalement pas modifié les caractéristiques radiologiques du milieu récepteur, seules quelques détections en champs proche de certains radionucléides dont l'impact est négligeable ont été mesurées. La radioactivité présente dans les milieux terrestre et aquatique du site de Flamanville est du même ordre de grandeur depuis l'état de référence initial et est majoritairement d'origine naturelle.

De façon prospective, l'évaluation du risque environnemental associé aux limites des rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides dans le cadre du fonctionnement des trois réacteurs du site de Flamanville montre que celui-ci est négligeable selon la méthodologie ERICA.

Au vu des éléments présentés ci-dessus, l'analyse du fonctionnement du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) ne met pas en évidence d'incidence négative notable sur l'état radiologique de l'environnement.

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 7 - Biodiversité

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 7	7
7.1. INTRODUCTION	8
7.1.1. DÉLIMITATION DE L'AIRE D'ÉTUDE.....	8
7.1.2. COLLECTE DES DONNÉES.....	10
7.1.3. STATUTS DES ESPÈCES FAUNISTIQUES ET FLORISTIQUES.....	11
7.2. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE	14
7.2.1. ESPACES NATURELS REMARQUABLES	14
7.2.2. GRANDS ENSEMBLES D'HABITATS NATURELS.....	23
7.2.3. VÉGÉTATION.....	30
7.2.4. FAUNE	35
7.2.5. FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES.....	52
7.2.6. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LA BIODIVERSITÉ	60
7.3. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA BIODIVERSITÉ	62
7.3.1. IDENTIFICATION DES INCIDENCES POTENTIELLES SUR LA BIODIVERSITÉ	62
7.3.2. ÉLÉMENTS PRÉALABLES À L'ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR LES ESPACES NATURELS, LA FLORE, LA FAUNE ET LES FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES.....	65
7.3.3. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES ESPACES NATURELS REMARQUABLES	69
7.3.4. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA VÉGÉTATION.....	70
7.3.5. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA FAUNE	71
7.3.6. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES....	75

7.4. SURVEILLANCE	76
7.5. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES	76
7.6. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES	78
7.7. CONCLUSION	79

TABLEAUX

Tableau 7.a :	Inventaires de terrain réalisés par THEMA Environnement en 2020 sur l'aire d'étude du Projet	10
Tableau 7.b :	Arrêtés de protection ministériels et préfectoraux.....	12
Tableau 7.c :	Sites Natura 2000 recensés dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville	15
Tableau 7.d :	Réserve naturelle nationale recensée dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville	17
Tableau 7.e :	Sites du Conservatoire du littoral localisés dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville.....	18
Tableau 7.f :	ZNIEFF recensées dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville	21
Tableau 7.g :	Synthèse des habitats (naturels et anthropiques) recensés au sein de l'aire d'étude du Projet	24
Tableau 7.h :	Espèces végétales invasives identifiées au niveau de l'aire d'étude.....	33
Tableau 7.i :	Identification des incidences potentielles directes et indirectes du Projet pour les différentes classes d'espèces.....	64
Tableau 7.j :	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts pour les rejets chimiques et radioactifs et les émissions sonores et vibratoires.....	77

FIGURES

Figure 7.a :	Localisation de l'aire d'étude du Projet.....	9
Figure 7.b :	Sites Natura 2000 localisés dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville	16
Figure 7.c :	Sites du Conservatoire du littoral et réserve naturelle nationale localisés dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville	20
Figure 7.d :	ZNIEFF de type I et de type II localisées dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville	22
Figure 7.e :	Habitats (naturels et anthropiques) recensés au sein de l'aire d'étude du Projet	28
Figure 7.f :	Illustrations photographiques de certains habitats naturels présents au sein de l'aire d'étude du Projet - © THEMA Environnement.....	29
Figure 7.g :	Illustration photographique du haut de la radiale de <i>Fucus serratus</i> - © IFREMER mars 2019	31
Figure 7.h :	Illustrations d'espèces floristiques présentes sur l'aire d'étude du Projet - © THEMA Environnement.....	32
Figure 7.i :	Illustrations photographiques de deux espèces invasives recensées au sein de l'aire d'étude du Projet - ©THEMA Environnement	34
Figure 7.j :	Illustration photographique de différentes espèces de cirripèdes identifiées - © IFREMER.....	36
Figure 7.k :	Illustration photographique de <i>Lasaea adansonii</i> - © IFREMER	36
Figure 7.l :	Illustrations photographiques de quelques espèces d'invertébrés - © THEMA Environnement.....	41
Figure 7.m :	Crapaud calamite - © THEMA Environnement	44
Figure 7.n :	Coronelle lisse - © THEMA Environnement.....	45
Figure 7.o :	Répartition des individus de Grands dauphins selon leur appartenance à l'un des trois groupes sociaux de la population du golfe Normand-Breton (Illustration extraite de la thèse de Marie LOUIS, 2014)	46
Figure 7.p :	Illustrations photographiques d'espèces d'oiseaux remarquables identifiés sur l'aire d'étude du Projet – © THEMA Environnement.....	51
Figure 7.q :	Extrait de la cartographie du Schéma Régional de Cohérence Écologique localisé dans un rayon de 10 km autour du Projet – Éléments de la trame verte et bleue.....	54
Figure 7.r :	Trame verte et bleue du SCoT du Pays du Cotentin (Source : rapport de présentation du PLU de la commune des Pieux, 2019).....	55
Figure 7.s :	Synthèse des fonctionnalités écologiques dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville.....	59

P RÉSENTATION DU CHAPITRE 7

Le présent chapitre concerne l'étude des interactions et des incidences du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) avec la biodiversité.

Le chapitre est organisé comme suit :

- [§ 7.1](#) : éléments d'introduction ;
- [§ 7.2](#) : scénario de référence du site de Flamanville ;
- [§ 7.3](#) : analyse des incidences du site de Flamanville sur la biodiversité ;
- [§ 7.4](#) : surveillance de l'environnement du site de Flamanville ;
- [§ 7.5](#) : mesures d'évitement, de réduction d'impact et mesures compensatoires associées au site de Flamanville ;
- [§ 7.6](#) : description des méthodes utilisées ;
- [§ 7.7](#) : conclusion.

7.1. INTRODUCTION

7.1.1. DÉLIMITATION DE L'AIRE D'ÉTUDE

Le Projet est à l'origine de plusieurs types d'interactions avec l'environnement :

- **des interactions avec le milieu continental**, liées aux rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère, aux émissions sonores, vibratoires, et lumineuses et aux prélèvements d'eau douce continentale ;
- **des interactions avec le milieu marin**, liées aux rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides, aux prélèvements d'eau de mer, aux opérations de dragage du canal de prise d'eau et aux rejets de sédiments associés.

L'analyse des incidences du Projet sur la biodiversité est réalisée au niveau de l'aire d'étude définie sur la [Figure 7.a](#) ci-après. Cette aire d'étude correspond à la superposition des zones d'influence potentielle des différentes interactions du Projet avec le milieu continental et le milieu aquatique marin. La justification de cette aire d'étude est détaillée au [Paragraphe 12.5 du Chapitre 12](#).

Préalablement, afin d'inscrire cette aire d'étude dans son contexte écologique local, les espaces naturels remarquables et les fonctionnalités écologiques sont décrits au [Paragraphe 7.2](#) sur un périmètre de 10 km autour du site, enveloppe de l'ensemble de l'aire d'étude.

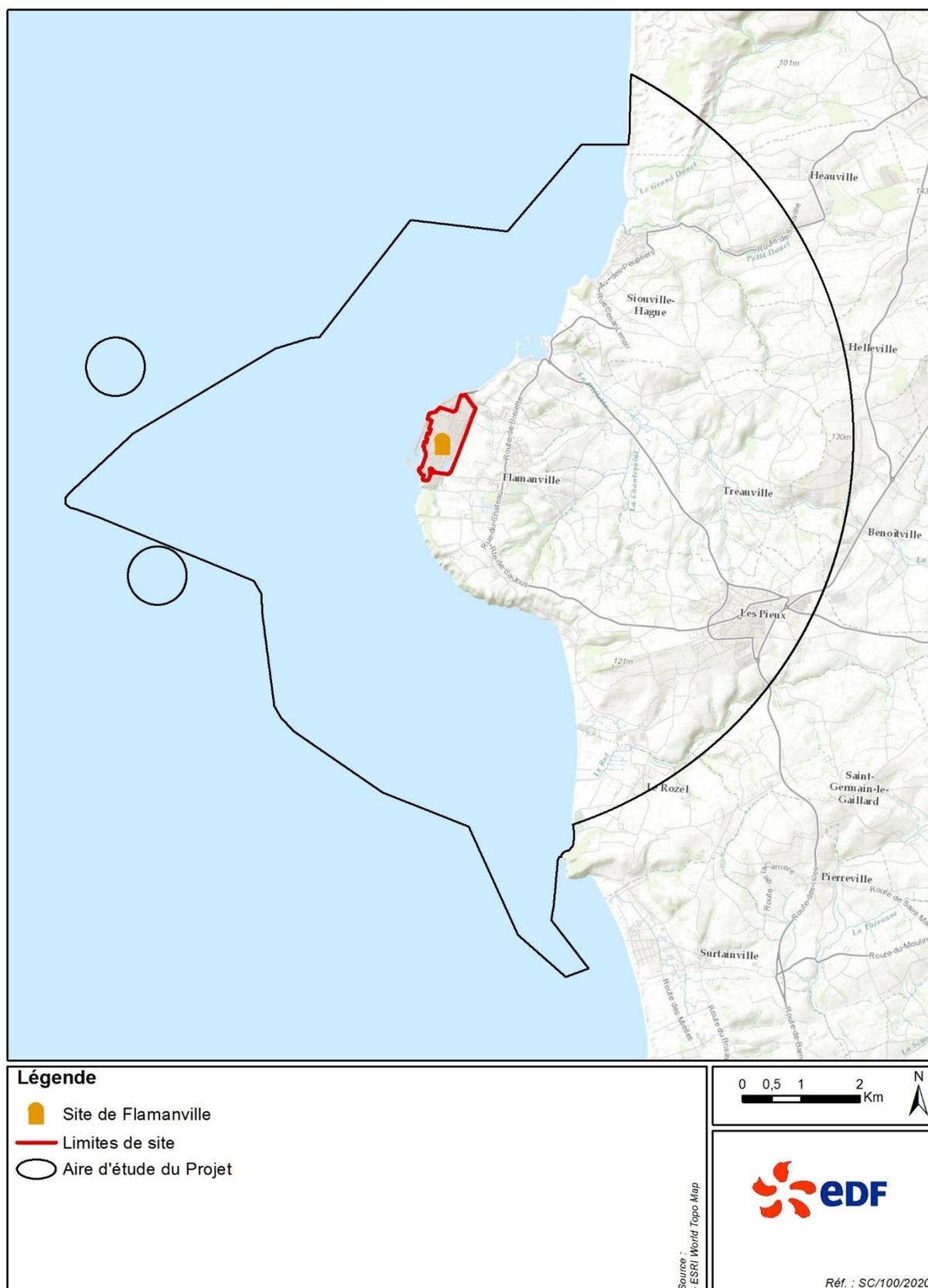


Figure 7.a : Localisation de l'aire d'étude du Projet

7.1.2. COLLECTE DES DONNÉES

Les principales données d'inventaires et bibliographiques utilisées dans ce chapitre proviennent des sources suivantes. Les résultats de ces études sont repris dans le cadre de la réalisation de ce chapitre.

Études commanditées par EDF

- THEMA Environnement, 2020. Description du contexte écologique autour du CNPE de Flamanville :
Cette étude repose sur une analyse de la bibliographie existante, notamment l'atlas des paysages de Normandie, section département de la Manche et sur des reconnaissances réalisées sur le terrain (juillet et août 2020).
- THEMA Environnement, 2020. État initial faune-flore-habitats autour du CNPE de Flamanville :
Cette étude repose sur l'analyse des données bibliographiques disponibles (anciennes études commanditées par EDF, données issues d'organismes comme l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) ou le conservatoire botanique national de Brest). Cette étude repose également sur les données collectées lors des inventaires de terrain, réalisés durant deux campagnes spécifiques qui ont eu lieu entre juillet et août 2020 au niveau de l'aire d'étude du Projet, avec pour objectif de compléter les connaissances relatives aux habitats et aux espèces terrestres d'ores et déjà récoltées par le biais des recherches bibliographiques. Les dates, les conditions météorologiques et les compartiments visés par ces inventaires sont présentées dans le [Tableau 7.a](#) suivant :

Tableau 7.a : Inventaires de terrain réalisés par THEMA Environnement en 2020 sur l'aire d'étude du Projet

Date des inventaires de terrain	Conditions météorologiques	Principaux compartiments visés
15, 16 et 17 juillet 2020	Ensoleillé, légère brise à bonne brise, températures comprises entre 15°C et 18°C	Habitats, flore, amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères (hors chiroptères), invertébrés
18, 19 et 20 août 2020	Ensoleillé, légère brise à bonne brise, températures comprises entre 18°C et 23°C	Habitats, flore, amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères (hors chiroptères), invertébrés

Autre étude commanditée par EDF

- SEANEO, 2020. Synthèse hydroécologique de l'environnement du CNPE de Flamanville – Période [2010–2019] :
Cette étude est réalisée sur la base des données recueillies lors de la surveillance hydroécologique du site de Flamanville réalisée par l'IFREMER sur la période [2010–2019].

Documents sur le statut des espèces

- Les listes rouges européennes de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature), disponibles sur le site de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel).
- Les listes rouges françaises de l'UICN, disponibles sur le site de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel).
- les listes déterminantes pour la désignation des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) alsaciennes, consultables sur le site de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel).
- Les Formulaires Standards de Données (FSD) et les Documents d'Objectifs (DOCOB) validés des sites Natura 2000.

Nota : certaines données utilisées pour cette étude proviennent de la bibliographie ou d'inventaires qui peuvent être réalisées en dehors de l'aire d'étude du Projet. Ces données concernent des espèces mobiles susceptibles d'être présentes ou potentiellement présentes dans l'aire d'étude. Ces données sont donc considérées comme représentatives de l'état initial de l'aire d'étude.

7.1.3. STATUTS DES ESPÈCES FAUNISTIQUES ET FLORISTIQUES

Ce chapitre porte sur la biodiversité ordinaire, sur la biodiversité remarquable (espèces protégées / patrimoniales) et sur les espèces exotiques envahissantes.

Le présent paragraphe présente la réglementation applicable au volet biodiversité.

Les niveaux de protection, la vulnérabilité des espèces ou leur caractère invasif sont détaillés dans les paragraphes suivants et en [Annexe 6](#). Les espèces faisant l'objet d'un Plan National d'Action (PNA) en cours sont également indiquées.

Nota : le statut de protection des espèces n'indique pas le statut de patrimonialité, c'est-à-dire de rareté ou de menace associé à l'espèce considérée. D'autres outils sont disponibles et pris en compte dans le présent chapitre pour déterminer ce statut de patrimonialité (Cf. [Paragraphe 7.1.3.2](#)). Ainsi, dans la suite du chapitre, les espèces faunistiques ou floristiques qualifiées de remarquables correspondent aux espèces protégées et/ou considérées comme patrimoniales.

7.1.3.1. LES ESPÈCES PROTÉGÉES

Les espèces protégées au **niveau européen** par l'annexe II de la directive Habitats Faune / Flore (92/43/CEE) pour les espèces végétales et les espèces animales hors oiseaux et par l'annexe I de la directive Oiseaux (2009/147/CE) sont étudiées via l'étude d'évaluation des incidences sur les zones Natura 2000 réalisée au [Chapitre 12](#).

Les espèces de faune et de flore qui sont protégées, généralement pour des questions d'intérêt scientifique ou de préservation nécessaire seront plus particulièrement étudiées. Cette protection découle de nombreux textes internationaux et est organisée en droit français par les articles L. 411-1 et suivants du code de l'environnement. Au **niveau national**, des arrêtés ministériels fixent la liste des espèces et leur niveau de protection, complétés si nécessaire par des arrêtés de protection au **niveau régional** ou **départemental** (respectivement arrêtés ministériels ou préfectoraux).

Les espèces protégées étudiées dans ce chapitre sont donc celles faisant l'objet d'arrêtés de protection ministériels et/ou préfectoraux (Cf. [Tableau 7.b](#)).

Tableau 7.b : Arrêtés de protection ministériels et préfectoraux

Classe	Niveau national	Niveau régional ou départemental
Espèces végétales	Arrêté du 20 janvier 1982 modifié en dernier lieu par arrêté du 23 mai 2013 (Articles 1 et 2). Arrêté du 19 juillet 1988 relatif à la liste des espèces végétales marines protégées.	Arrêté du 27 avril 1995 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Basse-Normandie complétant la liste nationale (Article 1)
Amphibiens et Reptiles	Arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection. Arrêté du 14 octobre 2005 fixant la liste des tortues marines protégées sur le territoire national et les modalités de leur protection.	/
Écrevisses	Arrêté du 21 juillet 1983 relatif à la protection des écrevisses autochtones, modifié par l'arrêté du 18 janvier 2000.	/
Insectes	Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (Articles 2 et 3).	/
Mammifères	Arrêté du 23 avril 2007 modifié par arrêté du 1 ^{er} mars 2019 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble territoire et les modalités de leur protection (Article 2). Arrêté du 29 avril 2008 relatif à la protection et à la commercialisation de certaines espèces de mammifères sur le territoire national et) ainsi que les tortues marines (Arrêté du 14 octobre 2005).	/
Mammifères marins	Arrêté du 1 ^{er} juillet 2011 modifié fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection. Arrêté du 20 décembre 2004 fixant la liste des animaux de la faune marine protégés sur l'ensemble du territoire.	/
Mollusques	Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (Articles 2, 3 et 4).	/
Oiseaux	Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection, modifié par l'arrêté du 21 juillet 2015 (Articles 3 et 4) Arrêté du 29 octobre 2009 relatif à la protection et à la commercialisation de certaines espèces d'oiseaux sur le territoire national, modifié par l'arrêté du 21 juillet 2015 (Articles 2, 3, 4 et 5).	/
Poissons	Arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national. Règlement (CE) n° 1100/2007 du Conseil du 18 septembre 2007 instituant des mesures de reconstitution du stock d'Anguilles européennes (directement applicable dans les états membres).	/

7.1.3.2. LES ESPÈCES PATRIMONIALES

L'identification des espèces patrimoniales des compartiments biologiques étudiés est basée sur :

Les listes rouges

Les listes rouges permettent d'identifier les espèces les plus menacées sur un territoire donné, et d'identifier celles ayant les besoins les plus urgents en matière de conservation. Elles offrent un cadre de référence pour surveiller l'évolution de la diversité et constituent un outil de sensibilisation. Elles sont fondées sur une démarche rigoureuse développée à l'échelle mondiale par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), et adaptée aujourd'hui à l'échelle régionale dans de nombreux pays.

Les espèces déterminantes pour la réalisation des inventaires des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

La construction de ces listes repose sur plusieurs critères : statut légal des espèces et une série de critères écologiques (endémisme, rareté, degré de menace, représentativité...). Elles sont élaborées par des experts selon une méthode de travail homogène définie par le service du patrimoine naturel du Muséum d'histoire naturelle.

7.1.3.3. LES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

Les espèces exotiques envahissantes correspondent à des espèces introduites par l'homme en dehors de leur aire de répartition ou de dispersion naturelle, qui s'établissent ou qui étendent leur aire de répartition et dont l'introduction ou la propagation menacent la diversité biologique¹.

Dans le présent chapitre, sont considérées comme espèces exotiques envahissantes les espèces listées en région Normandie par les Conservatoires Botaniques Nationaux (CBN) de Brest et de Bailleul².

Ces espèces sont classées en trois catégories :

- Espèce invasive avérée : Il s'agit de « plante non indigène ayant dans son territoire d'introduction, un caractère envahissant avérée et ayant un impact négatif sur la biodiversité et/ou sur la santé humaine et/ou sur les activités économiques ».
- Espèce invasive potentielle : il s'agit de « plante non indigène présentant actuellement une tendance au développement d'un caractère envahissant à l'intérieur des communautés naturelles ou semi-naturelles et dont la dynamique à l'intérieure du territoire considéré et/ou dans des régions limitrophes ou climatiquement proches, est telle qu'il existe un risque de la voir devenir à plus ou moins long terme une espèce invasive avérée ».
- Espèce invasive à surveiller : « plante non indigène ne présentant actuellement pas (ou plus) de caractère envahissant sur le territoire considéré ».

¹ Source : Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN).

² Source : DOUVILLE C., WAYMEL J., 2019.

7.2.

SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

7.2.1. ESPACES NATURELS REMARQUABLES

Afin de présenter le Projet dans son environnement, ce paragraphe présente les espaces naturels remarquables identifiés dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville.

Sont ainsi présents :

- six sites du réseau Natura 2000 (Cf. [Figure 7.b](#)) ;
- une Réserve Naturelle Nationale (RNN) (Cf. [Figure 7.c](#)) ;
- trois sites du Conservatoire du littoral (Cf. [Figure 7.c](#)) ;
- dix Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type I et deux ZNIEFF de type II (Cf. [Figure 7.d](#)).

7.2.1.1. SITES NATURA 2000

Le réseau Natura 2000 est un réseau écologique européen de sites naturels d'intérêt écologique élaboré à partir des directives « Habitats »³ et « Oiseaux »⁴. Ce réseau est constitué de Zones Spéciales de Conservation (ZSC) et de Zones de Protection Spéciales (ZPS).

Dans les zones de ce réseau, les États membres s'engagent à maintenir dans un état de conservation favorable les types d'habitats et d'espèces concernés. Pour ce faire, ils peuvent utiliser des mesures réglementaires, ou contractuelles. L'objectif est de promouvoir une gestion adaptée des habitats tout en tenant compte des exigences économiques, sociales et culturelles, ainsi que des particularités régionales et locales de chaque État membre.

La désignation des sites ne conduit pas les États membres à interdire a priori les activités humaines, dès lors que celles-ci ne remettent pas en cause significativement l'état de conservation favorable des habitats et des espèces concernés.

Six sites appartenant au réseau Natura 2000 sont situés dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville. Ils sont présentés dans le [Tableau 7.c](#) et la [Figure 7.b](#) et détaillés au [Chapitre 12](#).

³ Directive n° 92/43/CEE du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.

⁴ Directive n°2009/147/CE du 30 novembre 2009, visant à assurer une protection de toutes les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen.

Tableau 7.c : Sites Natura 2000 recensés dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville

Type de zones	Numéro	Nom	Arrêté de désignation du site	Mise à jour du Formulaire Standard de Données (FSD)	DOCUMENT d'Objectifs (DOCOB)	Distance minimale par rapport au Projet
ZSC	FR2502019	Anse de Vauville	01/10/2014	19/12/2019	Pas de DOCOB	1,4 km
ZSC	FR2500083	Massif dunaire de Héauville à Vauville	18/03/2015	16/07/2019	01/2001	4,7 km
ZPS	FR2512002	Landes et dunes de La Hague	08/03/2006	Pas de mise à jour	Pas de DOCOB	4,7 km
ZSC	FR2502018	Banc et récifs de Surtainville	01/10/2014	04/12/2019	Pas de DOCOB	6,1 km
ZSC	FR2500082	Littoral ouest du Cotentin de Saint-Germain-sur-Ay au Rozel	01/10/2014	16/07/2019	01/2001	7,1 km
ZSC	FR2500084	Récifs et landes de La Hague	18/03/2015	22/07/2019	01/2001	9,6 km

Source : INPN, mars 2021.

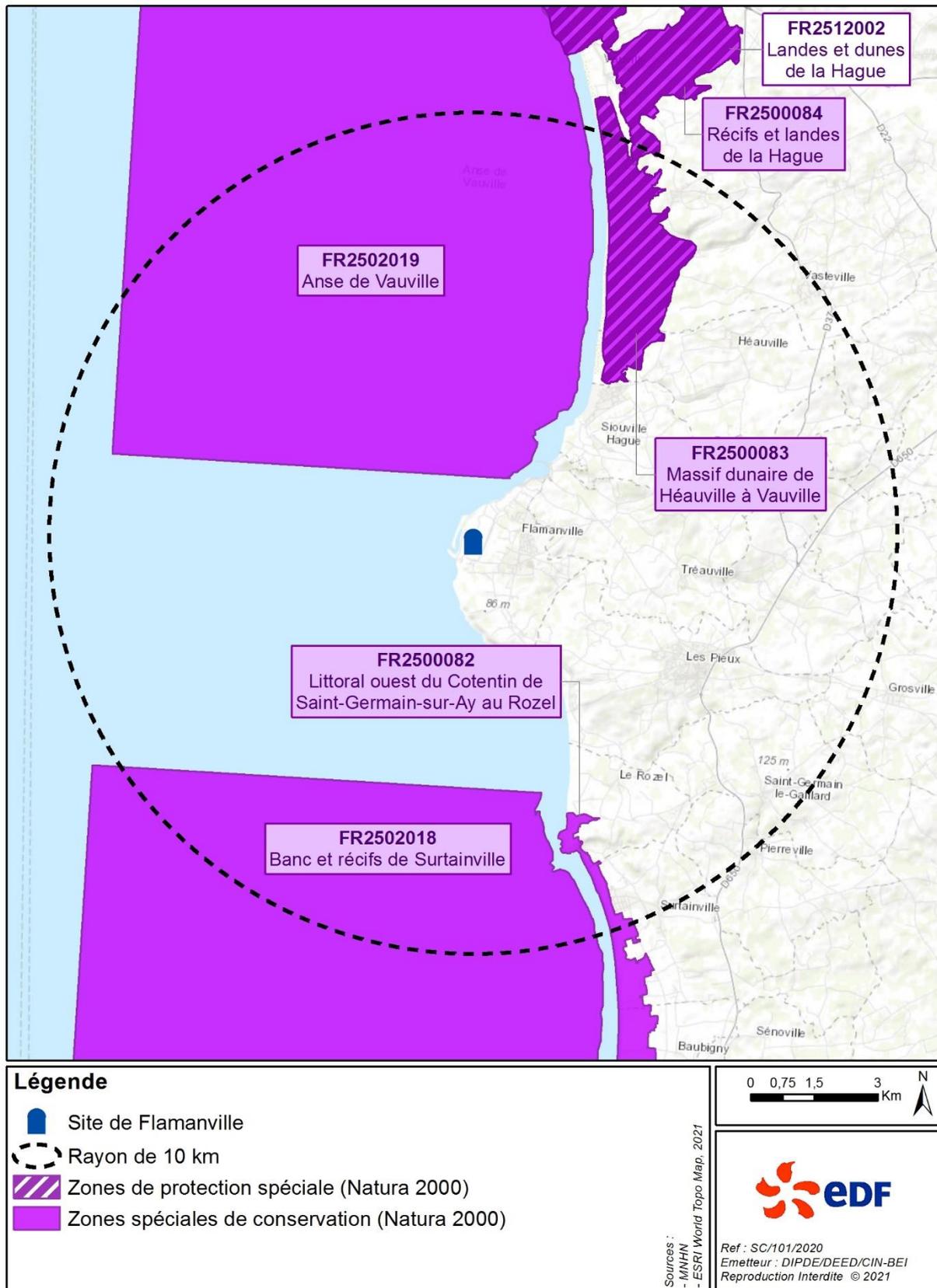


Figure 7.b : Sites Natura 2000 localisés dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville

7.2.1.2. RÉSERVE NATURELLE NATIONALE

Une Réserve Naturelle Nationale (RNN) est un outil de protection à long terme d'espaces, d'espèces et d'objets géologiques rares ou caractéristiques, ainsi que de milieux naturels fonctionnels et représentatifs de la diversité biologique en France. Les sites sont gérés par un organisme local en concertation avec les acteurs du territoire. Ils sont soustraits à toute intervention artificielle susceptible de les dégrader mais peuvent faire l'objet de mesures de réhabilitation écologique ou de gestion en fonction des objectifs de conservation.

Une Réserve Naturelle Nationale (RNN) est localisée en partie dans le rayon de 10 km autour du site de Flamanville. Elle est présentée dans le [Tableau 7.d](#) et la [Figure 7.c](#).

Tableau 7.d : Réserve naturelle nationale recensée dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville

Type de zone	Nom	Numéro / référence	Surface (ha)	Distance par rapport au projet
Réserve Naturelle Nationale (RNN)	Mare de Vauville	FR3600030	60,3	9 km

Source : INPN, mars 2021.

Il s'agit d'une vaste étendue d'eau douce, isolée de la mer par un étroit cordon dunaire. La quasi-totalité de la réserve est propriété du Conservatoire du littoral.

Le territoire protégé présente un vaste complexe composé de dunes fixées, de pelouses hygrophiles et de petites mares temporaires (appelées pannes humides) qui renferme une exceptionnelle diversité floristique et permet à de nombreuses espèces rares de s'y développer. Le monde végétal y est représenté par 333 espèces dont quatre protégées au niveau national : la Grande douve (*Ranunculus lingua*), l'Oeillet des dunes (*Dianthus gallicus*), la Littorelle à une fleur (*Littorella uniflora*) et le Chou marin (*Crambe maritima*). La faune recensée se compose de 147 espèces d'oiseaux, comme le Grand gravelot (*Charadrius hiaticula*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) et le Fuligule morillon (*Aythya fuligula*), dont la reproduction y est régulièrement observée ; 24 espèces de mammifères, et 19 espèces d'amphibiens et reptiles dont 16 sont protégées au niveau national : le Triton crêté (*Triturus cristatus*), le Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), le Crapaud calamite (*Epidalea calamita*) et environ 550 espèces d'insectes. La fauche, l'étrépage et le dessouchage sont pratiqués pour contrôler le développement de la végétation et conserver la diversité des milieux.

7.2.1.3. SITES DU CONSERVATOIRE DU LITTORAL

Consciente de la valeur écologique, sociale, économique et culturelle de son littoral, la France a fait le choix de préserver une part significative d'espaces naturels littoraux et de les rendre accessibles à tous. L'État a ainsi décidé de créer en 1975, le Conservatoire du littoral, un établissement public sans équivalent en Europe dont la mission est d'acquérir des parcelles du littoral menacées par l'urbanisation ou dégradées pour en faire des sites restaurés, aménagés, accueillants dans le respect des équilibres naturels.

Trois sites du Conservatoire du littoral sont localisés, en tout ou partie, dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville. Ces sites sont présentés dans le [Tableau 7.e](#) et la [Figure 7.c](#).

Tableau 7.e : Sites du Conservatoire du littoral localisés dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville

Type de zone	Nom	Numéro / référence	Surface (ha)	Distance par rapport au projet
Site du Conservatoire du littoral	Dunes de Biville	FR1100023	341 ha	4 km
Site du Conservatoire du littoral	Les vertes fosses – Cap du Rozel	FR1100022	91 ha	6 km
Site du Conservatoire du littoral	Dunes de Vauville	FR1100024	183 ha	9 km

Source : site web du Conservatoire du littoral, mars 2021.

- **Site « Dunes de Biville »**

Le massif dunaire de Biville se présente comme une mosaïque de dunes et de petits plans d'eau. Ces nombreuses dépressions s'inondent temporairement chaque hiver. Ce phénomène est lié à une remontée du niveau de la nappe phréatique, mais aussi à la pluviométrie. C'est ce qui va contribuer au développement d'une végétation herbacée ou buissonnante de teinte sombre qui contraste fortement avec la teinte claire ou grisâtre des pelouses dunaires environnantes.

Large d'environ 500 mètres au nord-est du site, les dunes s'étendent jusqu'à plus de deux kilomètres sur la commune de Vasteville. Autre élément remarquable du paysage, la présence d'une pinède autrefois plantée sur la commune de Vasteville, dont la hauteur contraste avec l'ensemble de la dune, est l'empreinte de l'homme sur ce milieu. Au nord, sur la commune de Vauville, se situe la réserve naturelle nationale de la « Mare de Vauville ». Se trouvent également quelques parcelles bocagères (prairies ou cultures) situées sur le plateau, en périphérie du massif. Le massif est traversé par deux cours d'eau principaux. Le Grand Douet marque la limite de la dune le long de la commune de Vasteville et se jette dans la mer au niveau de la commune d'Héauville. Le Petit Douet n'est présent qu'en très petite partie sur Siouville-Hague.

- **Site « Les vertes fosses – Cap du Rozel »**

Le site des vertes fosses s'étend sur environ sept kilomètres. Ces dunes sont constituées d'un ensemble classique de végétations se succédant perpendiculairement au rivage. Toutefois l'érosion marine assez forte à cet endroit de la côte a fait se raréfier, voire disparaître, les premiers stades d'élévation de la dune à partir du haut de plage (dune embryonnaire).

L'ensemble du territoire est recouvert par une assise constituée de schistes et de grès du cambrien, qui s'altèrent sous l'effet de l'érosion.

Le Cap du Rozel est caractérisé, au Sud par une colline bocagère culminant à 103 mètres et qui forme un cap rocheux de 70 mètres de haut sur la frange littorale. Le reste du territoire est formé par une plaine qui rejoint les dunes et la plage longue de près de trois kilomètres.

Le cap offre un beau panorama de l'anse de Sciotot et de Surtainville et est dominé par la statue de Maris Stella, réalisée par Joseph Bataille vers 1952 pour veiller sur les marins.

Sur ce cap, il y a la présence de landes, de prairies humides traversées par le ruisseau « le But » qui prend sa source sur la commune de Grosville.

L'estran, est principalement composé de sédiments sableux avec une fraction importante de débris coquilliers. Le haut de plage, est quant à lui constitué essentiellement de sables grossiers avec la présence d'un cordon de galet à l'embouchure de la rivière « le But », qui s'étend sur une importante largeur de plage.

- **Site « Dunes de Vauville »**

Le site s'étend sur deux kilomètres du nord au sud et 700 mètres maximum d'est en ouest. Ce marais d'eau douce est protégé de la mer par un étroit cordon dunaire d'une cinquantaine de mètres seulement. L'espace dunaire est ponctué de petites dépressions inondables, de fourrés à troènes et pruneliers, buissons d'ajoncs, roselières, pelouses rases, prairies humides, saulaies marécageuses.

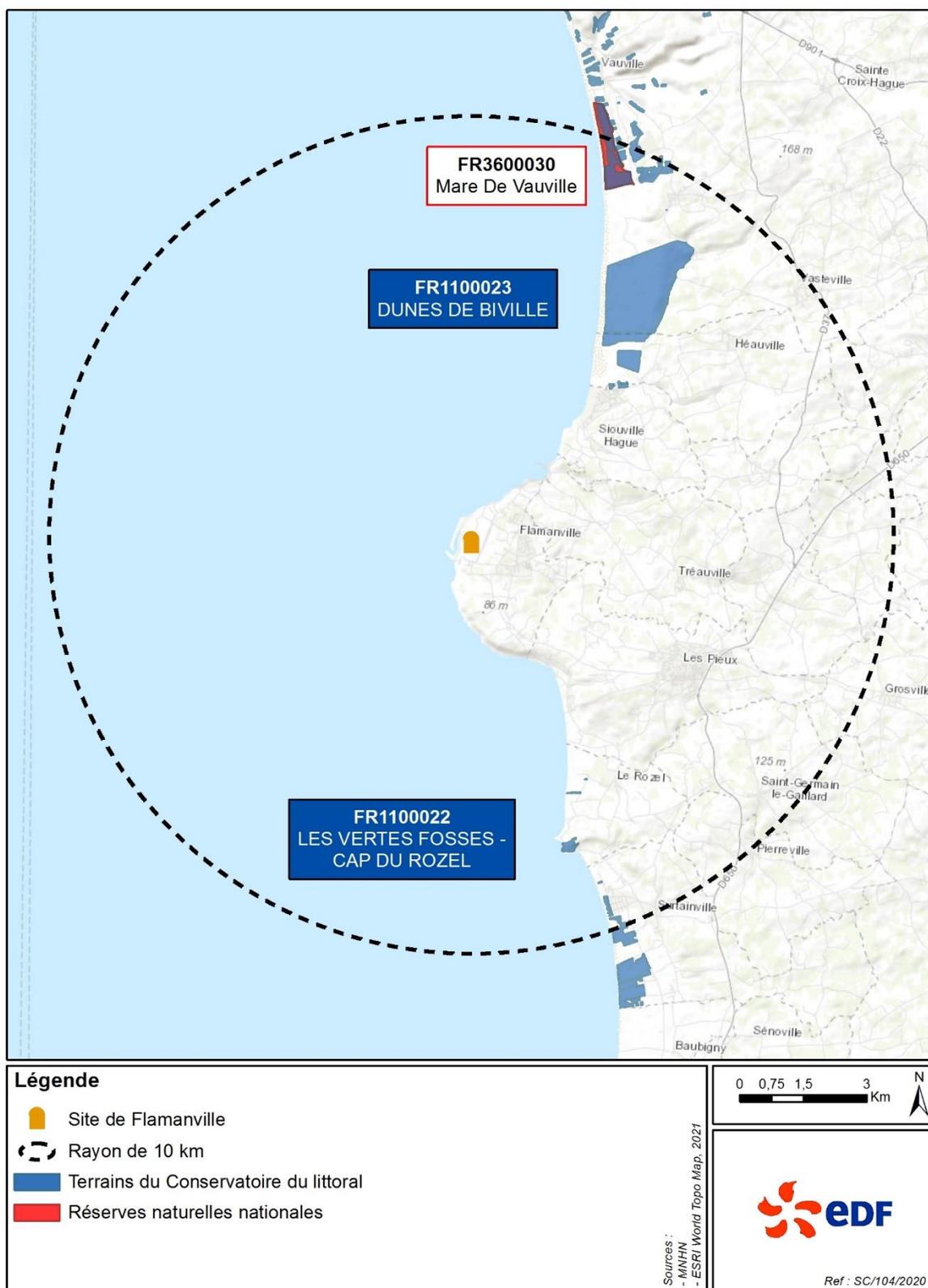


Figure 7.c : Sites du Conservatoire du littoral et réserve naturelle nationale localisés dans un rayon de 10 km autour du site de Flamenville

7.2.1.4. ZONES NATURELLES D'INTÉRÊT ÉCOLOGIQUE, FAUNISTIQUE ET FLORISTIQUE (ZNIEFF)

En France, le programme ZNIEFF, initié par le ministère de l'environnement en 1982, constitue un outil de connaissances des milieux naturels. L'inventaire distingue deux types de zones :

- les ZNIEFF de type I, d'une superficie généralement limitée, caractérisées par la présence d'espèces animales ou végétales rares ou caractéristiques ;
- les ZNIEFF de type II, qui forment de grands ensembles naturels riches et peu modifiés ou qui offrent des potentialités biologiques importantes.

Une modernisation de l'inventaire des ZNIEFF a été lancée en 1996 afin d'améliorer l'état des connaissances, d'homogénéiser les critères d'identification et de faciliter la diffusion de leur contenu. Les ZNIEFF mentionnées dans les paragraphes suivants sont celles validées par le MNHN et mises à disposition sur le site de l'INPN.

Dix ZNIEFF de type I et deux ZNIEFF de type II ont été recensées dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville. Ces ZNIEFF sont localisées sur la [Figure 7.d](#), énumérées dans le [Tableau 7.f](#) ci-après et présentées en [Annexe°6](#).

Tableau 7.f : ZNIEFF recensées dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville

Type de zone	Nom	Numéro / référence	Surface (ha)	Distance par rapport au projet
ZNIEFF de type I	Cap de Flamanville	250008410	88 ha	Digues du CNPE intégrées à la ZNIEFF
ZNIEFF de type I	Landes de Sciotot	250008411	34 ha	3,5 km au sud-est
ZNIEFF de type I	Massif dunaire de Biville, Vasteville et Héauville	250008147	616 ha	4 km au nord-est
ZNIEFF de type I	Dunes du Rozel	250013026	53 ha	4 km au sud-est
ZNIEFF de type I	Combles de l'église de Tréauville	250030002	0 ha	4,5 km à l'est
ZNIEFF de type I	Cap du Rozel	250008412	43 ha	6,5 km au sud-est
ZNIEFF de type I	Vallon du ruisseau de Bival	250020035	34 ha	7,5 km au nord-est
ZNIEFF de type I	Massif dunaire de Beaubigny	250002619	994 ha	7,5 km au sud-est
ZNIEFF de type I	Mares et dunes de Vauville	250008146	83 ha	8 km au nord-est
ZNIEFF de type I	Landes de Vauville	250008145	660 ha	8 km au nord-est
ZNIEFF de type II	Dunes et falaises de Flamanville au Rozel	250008409	495 ha	Digues du CNPE intégrées à la ZNIEFF
ZNIEFF de type II	La Hague	250006482	5 448 ha	3 km au nord-est

Source : INPN, mars 2021.



Figure 7.d : ZNIEFF de type I et de type II localisées dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville

Nota : la ZNIEFF de type I n° 250008389 Landes de sainte-Croix-Hague, la ZNIEFF de type I n° 250008141 Landes falaises et platier rocheux d'Herqueville et la ZNIEFF de type II n° 250008448 Bois à l'ouest de Bricquebec sont situées en dehors du rayon de 10 km centré sur le site de Flamanville.

7.2.2. GRANDS ENSEMBLES D'HABITATS NATURELS

L'objectif de ce paragraphe est de décrire les principaux habitats (naturels et anthropiques) présents au sein de l'aire d'étude du Projet (Cf. [Figure 7.a](#)).

Au sein de l'aire d'étude, les recherches bibliographiques et les inventaires de terrains effectués en 2020, ont permis de décrire et de cartographier l'ensemble des habitats présents, en utilisant notamment la nomenclature Corine Biotopes.

L'aire d'étude se trouve sur le littoral de l'ouest du Cotentin. Les habitats recensés appartiennent au domaine marin et au domaine terrestre.

Les habitats recensés au niveau de l'aire d'étude sont présentés dans le [Figure 7.g](#) et sur la [Figure 7.e](#).

À noter que certains habitats naturels ne sont pas représentés sur la [Figure 7.e](#) en raison de leur faible représentativité au sein de l'aire d'étude.

Les habitats ont été définis selon la typologie Corine Biotopes niveau 2, avec leur correspondance EUNIS⁵.

Pour chacun de ces habitats, une fiche descriptive est présentée en [Annexe 6](#), dans laquelle figurent :

- la répartition de l'habitat dans le périmètre d'étude ;
- la description des caractéristiques de l'habitat et de son état de conservation ;
- les espèces caractéristiques de l'habitat et ses potentialités d'accueil ;
- l'identification de l'intérêt écologique et sa justification ;
- les perspectives d'évolution de l'habitat dans son contexte, les menaces et les préconisations de gestion.

⁵ EUNIS : European Nature Information System – Système d'information européen sur la nature. Il s'agit d'une typologie définie à l'échelle européenne pour décrire les habitats marins et terrestres.

Tableau 7.g : Synthèse des habitats (naturels et anthropiques) recensés au sein de l'aire d'étude du Projet

Intitulé	Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code N2000	Intitulé	Surface en (Ha)	Surface relative (%)
Mers et océan	11.22	Zones benthiques sublittorales sur sédiments meubles	A5	Sédiment subtidal	1110	Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	9 950	63
	11.24	Falaises maritimes nues	A4	Roche et autres substrats durs circalittoraux	1170	Récifs		
Eaux courantes	24.1	Lits des rivières	C2.3	Cours d'eau permanents non soumis aux marées, à débit régulier	/	/	< 1	< 1
	24.4	Végétation immergée des rivières	C2	Eaux courantes de surface	3260	Rivières des étages planitiaires à montagnard avec végétation du Ranunculon fluitant et du Callitricho-Batrachion		
Mare et plans d'eau	22.1	Eaux douces	C1	Eaux dormantes de surface	/	/	2	< 1
	22.4	Végétations aquatiques	C1.1	Lacs, étangs et mares eutrophes permanents	3150	Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition		

Intitulé	Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code N2000	Intitulé	Surface en (Ha)	Surface relative (%)
Plages, haut de plage et cordons de galets	16.11	Plages de sables sans végétation	B1.2	Plages sableuses au-dessus de la laisse de mer	/	/	197	1
	16.12	Groupements annuels des plages de sable	B1.1	Laises de mer des plages sableuses	1210-1	Laises de mer sur substrat sableux à vaseux des côtes Manche-Atlantique et Mer du Nord		
	16.13	Groupements vivaces des plages de sable	B1.1	Laises de mer des plages sableuses	1210-1	Laises de mer sur substrat sableux à vaseux des côtes Manche-Atlantique et Mer du Nord		
	17.32	Groupements à Crambe de la Manche	B2.32	Communautés de la Manche à <i>Crambe maritima</i>	1220-1	Végétation des hauts de cordons de galets		
Dunes	16.21	Dunes mobiles	B1.3	Dunes côtières mobiles	2110-1	Dunes mobiles embryonnaires atlantiques	250	2
					2120-1	Dunes mobiles à <i>Ammophila arenaria subsp. arenaria</i> des côtes atlantiques		
	16.22	Dunes grises	B1.4	Pelouses des dunes côtières fixées	2130-1	Dunes grises de la Mer du Nord et de la Manche		
	16.3	Lettes dunaires humides	B1.8	Pannes dunaires humides	2190	Pannes dunaires humides		
Falaises et pelouses aérohalines (substrats et vertical)	18.21	Groupements des falaises atlantiques	B3.31	Communautés des falaises littorales atlantiques	1230	Falaises avec végétation des côtes atlantiques et baltiques	29	<1
Prairies naturelles mésophile	38.1	Pâturages mésophiles	E2.1	Pâturages permanents mésotrophes et prairies de post-pâturage	/	/	1 348	9
	38.2	Prairies à fourrage de plaines	E2.2	Prairies de fauche de basse et moyenne altitudes	6510	Pelouses maigres de fauche de basse altitude		

Intitulé	Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code N2000	Intitulé	Surface en (Ha)	Surface relative (%)
Prairies humides	37.21	Prairies humides atlantiques et sub-atlantiques	E3.41	Prairies humides atlantiques et sub-atlantiques	/	/	451	3
	37.22	Prairie à Jonc acutiflore	E3.42	Prairies à <i>Juncus acutiflorus</i>	/	/		
Végétations humides hautes	37.1	Communautés à reine des prés et communautés associés	E5.421	Communautés à grandes herbacées occidentales némorales des prairies humides	6430	Mégaphorbiaies hydrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnards à alpin.	43	< 1
	53.1	Roselières	C3.2	Roselières et formations de bordure à grands héliophytes autres que les roseaux	/	/		
	53.2	Communauté à grandes laïches	D5.2	Formations à grandes Cypéracées normalement sans eau libre	/	/		
Fourrés et forêts humides	44.12	Saussaies de plaine, collinéennes et méditerranéo-montagnardes	F9.12	Fourrés ripicoles planitiaires et collinéennes à <i>Salix</i>	/	/	472	3
	44.31	Forêts de Frênes et d'Aulnes des ruisselets et des sources (<i>Rivulaires</i>)	G1.211	Bois des ruisseaux et sources à <i>Fraxinus</i> et <i>Alnus</i>	91E0	Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i>		
Fourrés mésophiles	31.8	Fourrés	F3.1	Fourrés tempérés	/	/	119	1
Landes sèches atlantiques	31.23	Landes atlantiques à <i>Erica</i> et <i>Ulex</i>	F4.23	Landes atlantiques à <i>Erica</i> et <i>Ulex</i>	4030-7	Landes littorales à Ajonc de Le Gall prostré et à Bruyère cendrée	76	< 1
					4030-3	Landes atlantiques sub-sèche		

Intitulé	Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code N2000	Intitulé	Surface en (Ha)	Surface relative (%)
Boisements mésophiles	41.12	Hêtraies atlantiques acidiphiles	G1.62	Hêtraies acidophiles atlantiques	9120	Hêtraies atlantiques acidophiles à sous-bois à <i>Ilex</i> et parfois <i>taxus</i>	77	< 1
	41	Forêts caducifoliées	G1	Hêtraies	/	/		
	43	Forêts mixtes	G4	Formations mixtes d'espèces caducifoliées et de conifères	/	/		
Cultures	82.2	Cultures avec marges de végétation spontanée	X07	Cultures intensives parsemées de bandes de végétation naturelle et/ou semi-naturelle	/	/	1 701	11
Les espaces artificialisés	86	Villes, villages et sites industrielles	J1	Bâtiments de villes et villages	/	/	17	< 1
Haie et bosquet	84	Alignements d'arbres, haies, petits bois, bocage, parcs	G5	Alignements d'arbres, petits bois anthropiques, boisements récemment abattus, stades initiaux de boisements et taillis	/	/	106	1
Site électro-nucléaire de Flamanville	86	Villes, villages et sites industrielles	J1.4	Sites industriels et commerciaux en activité des zones urbaines et périphériques	/	/	X	X

On notera par ailleurs que certains de ces habitats naturels se rattachent à des habitats d'intérêt communautaire, dont certains prioritaires (typologie EUR28).

En synthèse les milieux naturels identifiés au sein de l'aire d'étude se répartissent sur le domaine marin et sur le domaine terrestre en parts égales (Cf. [Figure 7.e](#)).

La partie terrestre est marquée par les milieux littoraux et le bocage du Cotentin. Les habitats naturels d'intérêt sont concentrés d'une part sur le littoral, où ils sont le support d'un nombre important d'espèces végétales et animales remarquables. Il s'agit ici des falaises littorales, landes, cordons de galets, dunes et autres milieux présents influencés par la proximité de la mer.

Dix-sept habitats naturels sont d'intérêt communautaire, dont deux sont prioritaires : les dunes grises de la Mer du Nord et de la Manche et les forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior*.

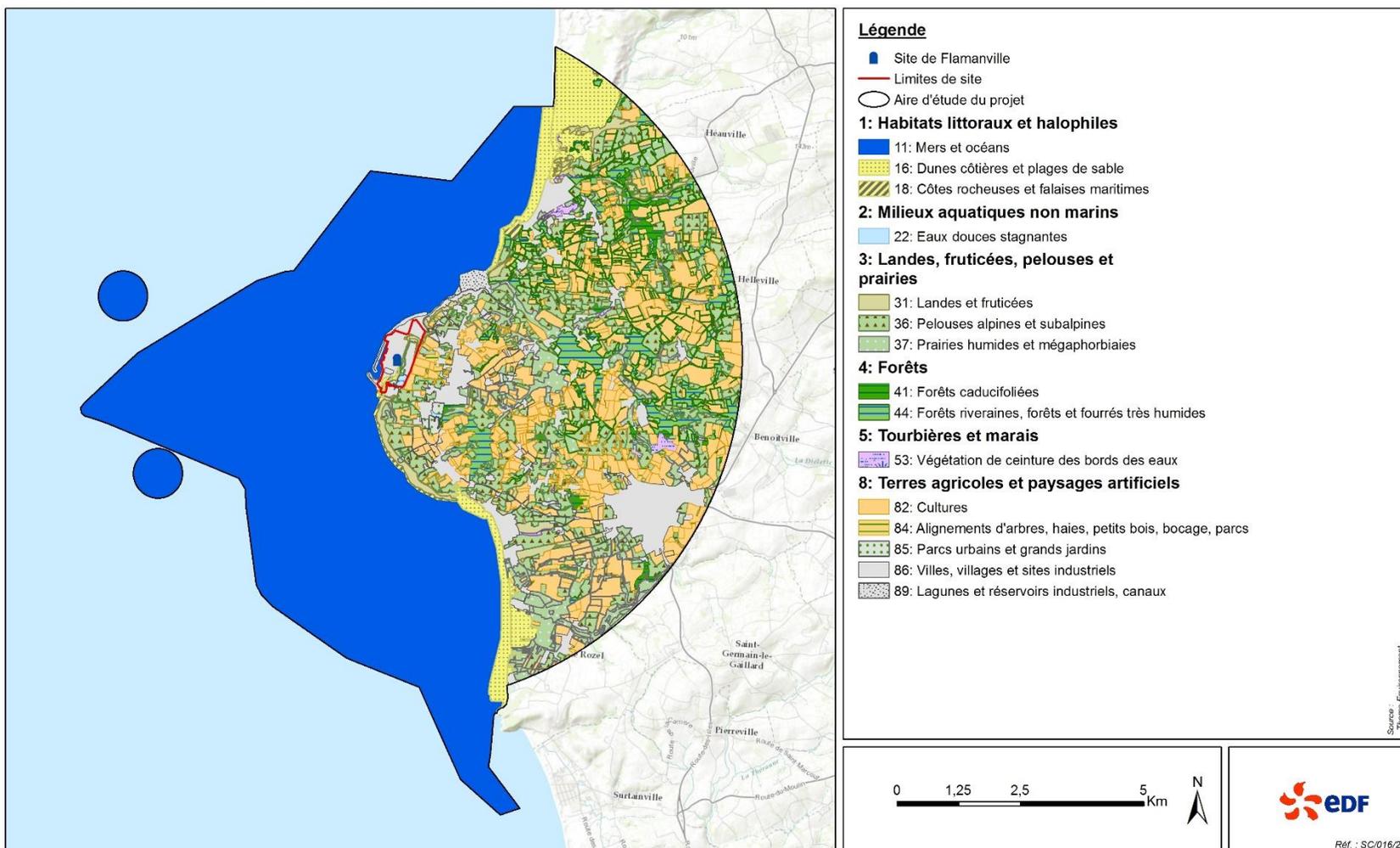


Figure 7.e : Habitats (naturels et anthropiques) recensés au sein de l'aire d'étude du Projet



Falaises et pelouses aérohalines (Code CB 18)



Cours d'eau (Code CB 24)



Landes atlantiques à *Erica* et *Ulex*
(Code CB 31.23)



Plages de sable (Code CB 16)



Dunes (Code CB 16)



Fourrés et forêts humides (Code CB 44)

Figure 7.f : Illustrations photographiques de certains habitats naturels présents au sein de l'aire d'étude du Projet - © THEMA Environnement

7.2.3. VÉGÉTATION

L'objectif de ce paragraphe est de disposer d'une vision globale des enjeux floristiques au sein de l'aire d'étude du Projet présenté sur la [Figure 7.a](#), via une présentation de l'ensemble de la flore ordinaire et remarquable (protégée et/ou patrimoniale) et de la flore exotique envahissante. Ces éléments sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Les noms vernaculaires et latins sont issus du TAXREF V13 (dernière version du référentiel taxonomique pour la France).

7.2.3.1. COMPARTIMENT ALGAL

Les données présentées ci-dessous sont issues de la synthèse de la surveillance hydroécologique réalisée pour le site de Flamanville sur la période [2010-2019].

7.2.3.1.1. Phytoplancton

Le phytoplancton regroupe les organismes végétaux vivant en suspension dans l'eau. Il s'agit du premier maillon de la chaîne trophique. Le phytoplancton contribue à la production primaire et donc à la consommation de dioxyde de carbone et à la production d'oxygène. La diversité et la dynamique des populations phytoplanctoniques résultent d'interactions complexes entre des facteurs hydrodynamiques, physico-chimiques et biologiques. La température, la luminosité et les concentrations en nutriments participent à la régulation de leur développement et des variations saisonnières des peuplements.

Sur le secteur étudié, la communauté phytoplanctonique est dominée par les diatomées et en particulier par quatre genres : *Guinardia*, *Thalassiosira*, *Chaetoceros* et *Thalassiosira*.

Au cours d'une année, les diatomées restent toujours dominantes malgré une diminution de leur abondance relative en automne. Les Cryptophycées sont le deuxième groupe dominant et présentent aussi une abondance relative importante, notamment en automne.

Une succession saisonnière des assemblages phytoplanctoniques semble ainsi exister en automne où l'abondance relative des diatomées diminue pour laisser la place aux Cryptophycées. Cette variabilité saisonnière des assemblages phytoplanctoniques est similaire à celle observée en Manche.

La succession de ces assemblages est contrôlée par des facteurs physiques (luminosité, température) et nutritionnels (apports en sels nutritifs par les rivières et les eaux de ruissellement).

7.2.3.1.2. Phytobenthos

Le phytobenthos regroupe les organismes végétaux vivant au fond de l'eau. La surveillance du phytobenthos porte sur le suivi des populations de *Fucus serratus*.

L'espèce *Fucus serratus* est une algue intertidale brune présente de la Scandinavie au Portugal et sur les côtes Est et Ouest de l'Amérique du Nord. Elle vit fixée au substrat en milieu abrités et battus ce qui est le cas de Flamanville. Elle est sujette aux facteurs naturels (climatiques, hydrauliques) qui peuvent modifier la dynamique du peuplement (installation, développement, arrachage...) et sa densité varie en fonction de la saison.

Le peuplement du platier de Diélette présente des caractères de fertilité maximale en automne. La croissance du diamètre des stipes ainsi que de la longueur des thalles est observée entre la fin de l'hiver et la fin de l'été avec en fin d'été un large pourcentage de thalles fertiles.



Figure 7.g : Illustration photographique du haut de la radiale de *Fucus serratus* -
© IFREMER mars 2019

7.2.3.2. VÉGÉTATIONS TERRESTRES ET SEMI-AQUATIQUES

Plus de 650 espèces végétales ont été recensées par THEMA Environnement au sein de l'aire d'étude du Projet.

Parmi ces espèces, **71 peuvent être qualifiées de remarquables au niveau de l'aire d'étude** compte-tenu de leur statut de protection et/ou de leur patrimonialité. La liste de ces espèces, ainsi que leurs statuts de patrimonialité et/ou de protection sont présentés en [Annexe 6](#).

La représentativité floristique est hétérogène au sein de l'aire d'étude. Les communes situées sur le littoral présentent un nombre plus élevé d'espèces recensées. Cela s'explique par la diversité des habitats présents. Cette diversité est liée à la proximité du littoral et à la surface propre à chaque commune.

À titre d'exemple, la commune du Rozel, située sur le littoral comptabilise environ 450 espèces végétales inventoriées. Les milieux inventoriés sont en partie littoraux (dunes, falaises, marais littoral...) ou communs dans les terres (bocages, culture...). Tandis que la commune de Benoit-ville comptabilise environ 160 espèces en raison de milieux présents plus communs (bocages, cultures, prairies humides).

La diversité des habitats influençant la répartition et la diversité des espèces végétales, joue également un rôle sur la présence d'espèces remarquables.

Les espèces végétales remarquables connues localement se rapportent essentiellement au littoral et aux zones humides.

Les habitats littoraux sont considérés, pour la plupart comme très contraignants pour la flore en raison de la présence de conditions stationnelles particulières : salinité élevée, embruns réguliers, vent élevé, nature du substrat très variable (cordon de galet, sable, roche...). Il en résulte donc le développement d'espèces végétales adaptées à ces conditions particulières et qui ne va donc pas se développer ailleurs sur le territoire.

La plupart de ces milieux relèvent d'ailleurs de la directive Habitats / Faune / flore, ce qui témoigne de leur intérêt patrimonial.

Une des espèces typiques pouvant être citée est le Chou marin (*Crambe maritima*). Cette espèce se développe au sein d'un habitat très particulier, constitué de cordon de galet. Elle est donc soumise à une forte pression mécanique des galets et à la présence d'embruns réguliers.

Les milieux présents à l'intérieur des terres sont plus communs et concentrent une flore plus ordinaire et largement répartie sur le territoire. La présence d'espèces protégées ou d'intérêt patrimonial est plus faible. Il s'agit également de milieux où l'influence de l'homme est beaucoup plus présente : culture, boisement entretenu, prairie enrichie, haie...



Choux marin



Doradille marine

Figure 7.h : Illustrations d'espèces floristiques présentes sur l'aire d'étude du Projet -
© THEMA Environnement

Parmi les espèces végétales recensées au niveau de l'aire d'étude, **24 espèces sont considérées comme « invasives »** (Cf. [Tableau 7.h](#)), compte-tenu de leur classement sur la liste des espèces exotiques envahissantes de la région Normandie.

Au sein de l'aire d'étude du Projet, les espèces invasives identifiées sont inféodées aux grands types de milieux suivants :

- les milieux boisés ou arbustifs, avec notamment, le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*), le Laurier palme (*Prunus laurocerasus*) et l'Érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) ;
- les milieux anthropisés, en particulier lorsqu'ils présentent des faciès rudéralisés, avec notamment le Buddleja du père David (*Buddleja davidii*), la Renouée du Japon (*Reynoutria japonica*), la Vergerette de Sumatra (*Erigeron sumatrensis*), l'Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*), le Pois vivace (*Lathyrus latifolius*), l'Epilobe cilié (*Epilobium adenocaulon*) et la Vigne vierge (*Parthenocissus quinquefolia*) ;
- les eaux stagnantes pour la Jussie à grandes fleurs (*Ludwigia uruguayensis*) et la lentille d'eau minuscule (*Lemna minuta*) ;
- les dunes avec la Griffes de sorcière (*Carpobrotus acinaciformis / edulis*) et le Campylope réfléchi (*Campilopus introflexus*) ;
- les fourrés pour le Rosier rugueux (*Rosa rugosa*) et le Cytise faux-ébénier (*Laburnum anagyroides*) ;
- les mégaphorbiaies pour la Balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*).

Tableau 7.h : Espèces végétales invasives identifiées au niveau de l'aire d'étude

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut Normandie	Liste nationale
Griffe de sorcière	<i>Carpobrotus acinaciformis / edulis</i>	Invasive avérée	Oui
Arbre à papillon	<i>Buddleja davidii</i>	Invasive avérée	Oui
Balsamine de l'Himalaya	<i>Impatiens glandulifera</i>	Invasive avérée	Oui
Robinier faux-acacia	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Invasive avérée	Oui
Lentille d'eau minuscule	<i>Lemna minuta</i>	Invasive avérée	Oui
Jussie à grandes fleurs	<i>Ludwigia uruguayensis</i>	Invasive avérée	Oui
Ailanthe glanduleux	<i>Ailanthus altissima</i>	Invasive avérée	Oui
Renouée du Japon	<i>Reynoutria japonica</i>	Invasive avérée	Oui
Laurier palme	<i>Prunus laurocerasus</i>	Invasive avérée	/
Cytise faux ébénier	<i>Laburnum anagyroides</i>	Invasive avérée	/
Herbe de la Pampa	<i>Cortaderia selloana</i>	Invasive potentielle	Oui
Érable sycomore	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Invasive potentielle	/
Pois vivace	<i>Lathyrus latifolius</i>	Invasive potentielle	/
Rosier rugueux	<i>Rosa rugosa</i>	Invasive potentielle	/
Épilobe cilié	<i>Epilobium adenocaulon</i>	Invasive potentielle	/
Vigne vierge	<i>Parthenocissus inserta</i>	Invasive potentielle	/
Renouée à nombreux épis	<i>Polygonum polystachyum</i>	Invasive potentielle	/
Vergerette de sumatra	<i>Erigeron sumatrensis</i>	Invasive potentielle	/
Campylope réfléchi	<i>Campilopus introflexus</i>	/	Oui
Élodée du Canada	<i>Elodea canadensis</i>	Espèce à surveiller	/
Marronnier d'Inde	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Espèce à surveiller	/
Brome faux Uniola	<i>Ceratochloa cathartica</i>	Espèce à surveiller	/
Vergerette du Canada	<i>Erigeron canadensis</i>	Espèce à surveiller	/
Corne de cerf Didyme	<i>Coronopys Didymus</i>	Espèce à surveiller	/



Renouée du Japon



Griffe de sorcière

Figure 7.i : Illustrations photographiques de deux espèces invasives recensées au sein de l'aire d'étude du Projet - ©THEMA Environnement

En synthèse, il ressort que le territoire possède une richesse spécifique élevée surtout dans les vallées et sur le littoral et plus faible sur les plateaux. Cela s'explique par une diversité d'habitats naturels plus importante sur les deux premiers secteurs cités.

Parmi les 71 espèces végétales considérées comme remarquables (patrimoniales et/ou protégées) identifiées au sein de l'aire d'étude, sept espèces sont protégées au niveau national et 15 espèces sont protégées au niveau régional. La présence de ces espèces protégées induit un enjeu floristique fort.

Ce constat est renforcé par le fait que plus de 60 espèces sont inscrites sur la liste rouge de la flore de Basse-Normandie dont six sont en danger et une en danger critique.

Globalement, les enjeux floristiques forts associés au cortège des espèces remarquables de l'aire d'étude sont liés aux habitats littoraux (plages, dunes, falaises), mais également aux zones humides.

Les espèces invasives sont quant à elles plus nombreuses sur les secteurs urbains et péri-urbains.

7.2.4. FAUNE

L'objectif de ce chapitre est de disposer d'une vision globale des enjeux faunistiques au sein de l'aire d'étude du Projet (Cf. [Figure 7.a](#)) via une présentation de la faune ordinaire, ainsi que des espèces remarquables (protégée et/ou patrimoniale) et des espèces exotiques envahissantes.

Les noms vernaculaires et latins sont issus du TAXREF V13 (dernière version du référentiel taxonomique pour la France).

7.2.4.1. INVERTÉBRÉS

7.2.4.1.1. Zooplancton marin

Les données présentées ci-dessous sont issues de la synthèse de la surveillance hydroécologique réalisée pour le site de Flamanville sur la période [2010-2019].

Le zooplancton est constitué de petits animaux (animaux marins microscopiques, larves, œufs, méduses) transportés par la masse d'eau et flottant au gré du courant et de la marée, même s'ils disposent parfois d'appareils locomoteurs leur permettant des mouvements propres. Le zooplancton se nourrit directement ou indirectement de phytoplancton. Son abondance peut varier selon plusieurs paramètres (température, salinité, disponibilité en phytoplancton...).

Le zooplancton occupe une position clé dans la chaîne alimentaire pélagique en permettant le transfert de l'énergie organique produite par le phytoplancton vers les niveaux trophiques supérieurs (poissons, crustacés benthiques, oiseaux et mammifères marins).

Sur le secteur étudié, 55 % des organismes zooplanctoniques marins étudiés effectuent l'intégralité de leur cycle biologique au sein de la colonne d'eau (zone pélagique). Cette fraction du zooplancton est dominée par les arthropodes qui regroupent essentiellement des espèces de copépodes. Les principales espèces de copépodes observées sont communes des milieux tempérés côtiers de la région (*Temora longicornis*, *Centropages sp.*, *Acartia sp.*, *Pseudocalanus elongatus* et *Paracalanus parvus* et *Euterpina acutifrons*).

Les autres organismes observés effectuent seulement une partie de leur cycle vital sous forme planctonique. Il s'agit principalement de larves ou d'œufs (larves de décapodes, de cirripèdes, de bryozoaires, de mollusque, œufs ou larves de poissons...). Les arthropodes, les bryozoaires et les mollusques constituent les espèces dominantes pour ce type de zooplancton.

L'abondance et la succession des espèces zooplanctoniques observées sur la zone de surveillance respectent leur répartition saisonnière habituelle et sont caractéristiques des milieux côtiers tempérés de la Manche et de la baie sud de la Mer du Nord.

Aucun enjeu particulier n'est identifié pour ce compartiment.

7.2.4.1.2. Zoobenthos marin

Les données présentées ci-dessous sont issues de la synthèse de la surveillance hydroécologique réalisée pour le site de Flamanville sur la période [2010-2019].

Le zoobenthos regroupe l'ensemble des invertébrés vivant au fond de l'eau. Sont également considérés les invertébrés benthiques intertidaux qui évoluent dans la zone de balancement des marées.

La surveillance de la zone intertidale à proximité du site de Flamanville porte particulièrement sur le suivi des populations de cirripèdes. Ces derniers sont des crustacés vivant fixés sur un substrat. Cette étude est complétée par une évaluation des densités des principales espèces accompagnatrices.



Figure 7.j : Illustration photographique de différentes espèces de cirripèdes identifiées -
© IFREMER

Les cirripèdes présents sont en grande majorité représentés par une seule espèce : *Semibalanus balanoides*. Les deux autres espèces recensées sont *Chtamalus sp.* et *Elminius modestus*. Ces trois espèces font partie des balanes qui sont particulièrement bien adaptés aux conditions difficiles de la zone intertidale et communément retrouvées dans la région.

La faune associée est dominée soit par les mollusques notamment par le bivalve *Lasaea adansoni* et le gastéropode *Littorina neritoides* soit par les arthropodes représentés majoritairement par les *Arachnidae*.

Aucun enjeu particulier n'est identifié pour ce compartiment.



Figure 7.k : Illustration photographique de *Lasaea adansoni* - © IFREMER

7.2.4.1.3. Macroinvertébré benthique

Les données présentées ci-dessous sont issues de la synthèse de la surveillance hydroécologique réalisée pour le site de Flamanville sur la période [2010-2019].

Dans le cadre de la surveillance halieutique du site de Flamanville, les études concernent les espèces à intérêt commercial et caractéristiques de la zone du site de Flamanville essentiellement des crustacés d'espèces communes. Les espèces identifiées et suivies sont, l'araignée de mer (*Maja brachydactyla*) et le homard (*Homarus gammarus*) par un comptage des larves.

L'étude des ressources halieutiques autour du site de Flamanville a mis en évidence l'intérêt de la pêche de crustacés du Nord-Ouest Cotentin pour la flottille artisanale travaillant au casier dans ce secteur.

En complément, des espèces sont suivies dans le cadre des pêches expérimentales. Le suivi de la macrofaune halieutique par la pêche côtière concerne quatre espèces : l'araignée de mer (*Maja brachydactyla*), l'étrille (*Necora puber*), le homard (*Homarus gammarus*) et le tourteau (*Cancer pagurus*). L'araignée de mer est plus présente sur les filières situées au Sud avec un fond sableux. La répartition spatiale de l'étrille sur la zone d'étude est marquée par une présence plus importante sur les filières situées au large. Pour le homard, la plupart des captures ont lieu sur les filières proches de la côte. Enfin, le tourteau est peu présent dans les filières proches de la côte. Il est majoritairement capturé sur les filières moyennement éloignées de la côte et en moindre mesure sur les filières les plus au large. Les valeurs d'abondances ichtyoplanctoniques obtenues pour les larves de homard et d'araignée de mer sont hétérogènes. Les larves des deux espèces sont quasiment absentes au niveau du canal d'amenée. Pour les autres stations, les abondances restent faibles. Pour les homards, comme pour les araignées de mer, les stades zoés sont ainsi plus abondamment échantillonnés que les stades mégalopes.

L'enjeu pour ce compartiment est associé à la préservation des ressources halieutiques pour la pêche, en particulier sur la pérennité du stock de homard (*Homarus gammarus*).

7.2.4.1.4. Malacostracés

Vingt-trois espèces de malacostracés sont recensées au sein de l'aire d'étude à partir des données bibliographiques. Ces espèces sont toutes communes à très communes, seule une petite crevette des eaux saumâtres peu profondes semble moins commune : le Bouquet des canaux (*Palaemon varians*). Cette espèce recensée sur la commune de La Hague peut potentiellement fréquenter les embouchures du Petit Douet et du Grand Douet.

7.2.4.1.5. Mollusques

D'après les données bibliographiques, les mollusques de l'aire d'étude sont représentés par cinq bivalves et 37 gastéropodes.

Aucune espèce patrimoniale n'est identifiée. Il est important de noter la présence de la Crépidule américaine (*Crepidula fornicata*), une espèce introduite envahissante. La crépidule est originaire des côtes Nord-Est des États-Unis et a été introduite accidentellement en Europe à plusieurs reprises par le commerce des huîtres, la première fois en 1872. Elle est particulièrement abondante en Bretagne et en Normandie (essentiellement de la baie de Saint-Brieuc à Flamanville)⁶.

⁶ SCOUPPE Christian, ZIEMSKI Frédéric, MÜLLER Yves in : DORIS, 08/11/2020 : *Crepidula fornicata* (Linnaeus, 1758), <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/1376>.

7.2.4.1.6. Invertébrés continentaux

Les recherches bibliographiques couplées aux investigations de terrain ont permis de mettre en évidence la présence de plus de 500 espèces d'invertébrés au sein de l'aire d'étude, ce qui représente de l'ordre de 10 % de la richesse totale connue des insectes de la région Basse-Normandie⁷. Les espèces se répartissent de la manière suivante :

- 243 espèces de coléoptères ;
- 140 espèces de lépidoptères (papillons) ;
- 24 espèces d'odonates (libellules et demoiselles) ;
- 27 espèces d'orthoptères ;
- 42 espèces d'hyménoptères ;
- 72 espèces d'hémiptères ;
- quatre espèces de diptères ;
- une espèce de dermaptère, une espèce de blatte, une espèce d'éphéméroptère, une espèce de mécoptère et une espèce de névroptère.

L'aire d'étude comprend une variété d'habitats naturels propices à la présence de nombreuses espèces d'invertébrés communes et remarquables :

- Les espèces des milieux aquatiques et humides : l'ensemble des espèces d'odonates, des éphéméroptères et une partie des espèces de coléoptères sont liées pour une partie de leur cycle biologique aux milieux aquatiques, qu'ils soient courants ou stagnants. En incluant les espèces des milieux humides, presque tous les groupes taxonomiques sont représentés.
- Les espèces des milieux dunaires : les massifs dunaires de l'aire d'étude permettent l'expression d'une entomofaune riche et diversifiée, dont de nombreuses espèces psammo-halophiles⁸ à tendances thermophiles.
- Les espèces des milieux forestiers et bocagers : ces milieux accueillent une richesse et une diversité importante d'insectes, en particulier de coléoptères saproxylophages⁹.
- Les espèces des landes et pelouses : les landes et pelouses sèches constituent des habitats pour des espèces très spécifiques, en particulier pour des espèces de lépidoptères et d'orthoptères.

Parmi les espèces recensées au niveau de l'aire d'étude, **26 espèces sont considérées comme remarquables** compte-tenu de leur statut de protection et/ou de leur patrimonialité. Il s'agit des espèces suivantes.

Espèces protégées au niveau national :

- le Sphinx de l'Épilobe (*Proserpinus proserpina*) : espèce citée sur la commune de La Hague, liée aux zones humides et dont les chenilles se nourrissent des épilobes,
- l'Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*) : espèce se reproduisant dans les eaux courantes claires et bien oxygénées avec une végétation hygrophile abondante. L'Agrion de Mercure a été recensé le long de la Diélette.

⁷ Hexapodes recensés à l'échelle de la Basse-Normandie par l'Institut National du Patrimoine Naturel (INPN).

⁸ Qualifie des organismes qui se développent sur/ou dans les sables avec une certaine teneur en sels.

⁹ Les coléoptères saproxylophages sont des organismes qui participent ou dépendent du processus de décomposition du bois.

Espèces déterminantes des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique :

- la Noctuelle du littoral (*Agrotis ripae*), espèce du littoral atlantique qui affectionne les arrières-dunes et citée de la commune de La Hague,
- la Noctuelle des roselières (*Arenostola phragmitidis*), inféodée aux phragmitaies de bords d'étangs et de rivières, mentionnée sur la commune de La Hague et répertoriée au sein de la Réserve Naturelle Nationale de la Mare de Vauville,
- la Nonagrie du phragmite (*Chilodes maritimus*), inféodée aux phragmitaies de bords d'étangs et de rivières, mentionnée sur la commune de La Hague et répertoriée au sein de la Réserve Naturelle Nationale de la Mare de Vauville,
- la Noctuelle du temple (*Dasypolia templi*), citée sur la commune de La Hague, espèce des pelouses rases et éboulis en zones de montagnes et également connue dans le Cotentin,
- la Nonagrie du rubanier (*Globia sparganii*) : espèce affectionnant les prairies marécageuses et les rivages maritimes dont la chenille se développe dans les Typha, Sparganium, Iris... mentionnée sur la commune de La Hague et répertoriée au sein de la Réserve Naturelle Nationale de la Mare de Vauville,
- la Leucanie assombrie (*Leucania putrescens*) : espèce thermophile qui affectionne les ripisylves, mentionnée sur la commune de La Hague,
- la Noctuelle marquetée (*Leucochlaena oditis*) : espèce des milieux ouverts dont les chenilles consomment les graminées, mentionnée sur la commune de La Hague,
- la Noctuelle de l'Elyme (*Litoligia literosa*) : espèce thermophile des milieux dunaires, mentionnée sur la commune de La Hague
- la Stilbie des étangs (*Stilbia anomala*) : espèce qui affectionne les landes, notamment à bruyères, mais aussi les clairières de forêts claires, mentionnée sur la commune de La Hague,
- la Noctuelle typique (*Naenia typica*) : espèce qui occupe une grande variété de milieux, surtout humide, et mentionnée sur la commune des Pieux,
- le Gomphocère tacheté (*Myrmeleotettix maculata*) : espèce des milieux sableux secs avec une végétation éparse, localisée majoritairement sur le littoral du Cotentin en Basse-Normandie, présente au sein du massif dunaire sur les communes de Héauville et de La Hague,
- le Criquet des ajoncs (*Chorthippus binotatus*) : le long du littoral atlantique, l'habitat de cette espèce comprend des landes sèches sur terrains siliceux bien drainés. L'espèce est présente sur la commune de La Hague et au sein d'une lande à ajoncs se développant sur les coteaux du Petit Douet (commune de Héauville),
- l'Éphippigère des vignes (*Ephippiger diurnus*) : espèce thermophile très rare dans la Manche, présente seulement dans quelques landes, notamment sur des falaises littorales. L'espèce est mentionnée sur la commune de La Hague,
- le Sténobothre nain (*Stenobothrus stigmaticus*) : espèce des pâtures et pelouses mentionnée en 2019 sur la commune de La Hague,
- le Tétrix des vasières (*Tetrix ceperoi*) : espèce des milieux pionniers humides mentionnée sur la commune de La Hague,
- le Criquet de la Palène (*Stenobothrus lineatus*) : espèce se rencontrant généralement dans les prairies et les pelouses sèches et chaudes présentant quelques zones de végétation rase. Le Criquet de la Palène est présent au sein du massif dunaire des communes de Héauville et de La Hague,

- le Grillon maritime de la Manche (*Pseudomogoplistes vincentae septentrionalis*) : espèce rare dont la distribution se limite aux côtes entre Hague et Bretagne (plus les îles Anglo-Normandes et un secteur du Dorset en Angleterre) et dont l'habitat est strictement celui des plages de galets. Une station a été découverte en 1999 entre le bec du Cheval et le havre Jouan, sur la commune des Pieux (Livory et al., 2000). Les pieds de falaises où s'accumulent des galets entre le havre Jouan et le site de Flamanville sont potentiellement propices à la présence de l'espèce,
- le Bourdon des mousses (*Bombus muscorum*) : espèce étroitement associée aux vastes secteurs de marais intérieurs (marais de Carentan et de l'Aure) et aux petits marais arrière-littoraux, mentionnée sur la commune de La Hague.

Une espèce de lépidoptères est considérée **quasi-menacée sur la liste rouge européenne** : l'Hespérie du chiendent (*Thymelicus acteon*). L'espèce privilégie les milieux ensoleillés et nécessite la présence d'herbes hautes. Elle est mentionnée sur la commune de La Hague.

Une espèce d'orthoptères est considérée **comme proche de l'extinction en France** par Sardet et Defaut (2004) : le Grillon maritime de la Manche (*Pseudomogoplistes vincentae septentrionalis*).

Une espèce est **menacée au sein du domaine némoral**¹⁰ selon Sardet et Defaut (2004) : le Criquet ensanglanté (*Stethophyma grossum*) : l'espèce est présente dans les prairies humides de plusieurs vallées (vallées du Petit Douet, de la Diélette, de la Chanteraine, du But). L'espèce est relativement commune en Basse-Normandie mais est un bon marqueur de la qualité des zones humides.

Espèces menacées ou quasi-menacées en région Basse-Normandie :

- un odonate quasi-menacé : l'Agrion de mercure (*Coenagrion mercuriale*) ;
- cinq orthoptères en danger d'extinction : le Criquet des ajoncs (*Chorthippus binotatus*), l'Ephippigère des vignes (*Ephippiger diurnus*), la Courtilière commune (*Gryllotalpa gryllotalpa*) : espèce des zones humides mentionnée sur la commune de La Hague, le Sténobothre nain (*Stenobothrus stigmaticus*), le Grillon maritime de la Manche (*Pseudomogoplistes vincentae septentrionalis*) ;
- trois orthoptères vulnérables : le Gomphocère tacheté (*Myrmeleotettix maculatus*), la Decticelle chagrinée (*Platycleis albopunctata*) : présente presque exclusivement sur la côte Ouest à l'échelle de la Manche, il s'agit d'une espèce thermophile qui apprécie les zones sèches à végétation clairsemée, le Tétrix des vasières (*Tetrix ceperoi*) ;
- un hyménoptère en danger d'extinction : le Bourdon des mousses (*Bombus muscorum*).

Espèces des annexes II et IV de la directive Habitats / Faune / Flore :

- le Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*) : Espèce liée aux vieux arbres, naturellement forestière, qui s'est établie dans les bocages et dans les parcs urbains. Le Lucane cerf-volant était cité des communes de La Hague, de Helleville et des Pieux. Il a été observé en contexte de coteaux boisés et bocagers bordant la Diélette, sur la commune de Tréauville
- l'Ecaille chinée (*Euplagia quadripunctaria*) : cette espèce est au final répandue et fréquente tout type de milieux. Elle est citée sur les communes de La Hague, de Helleville et des Pieux,
- le Sphinx de l'Epilobe (*Proserpinus proserpina*) ;
- l'Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*).

¹⁰ Le domaine némoral correspond aux étages de végétation du Nord de la France (sous-étage médio-européen, étage boréo-montagnard et marginalement étage subaxérique tempéré).

Certaines espèces de lépidoptères ne présentent pas de statut réglementaire ou de patrimonialité mais apparaissent toutefois intéressantes au regard de leur rareté en Basse-Normandie et des menaces qui pèsent sur leurs milieux. On citera par exemple l'Agreste (*Hipparchia semele*), le Sphinx de l'Euphorbe (*Hyles euphorbiae*), l'Azuré bleu-céleste (*Lysandra bellargus*), l'Hespérie des sanguisorbes (*Spiala sertorius*), le Flambé (*Iphiclides podalirius*) ou encore le Miroir (*Heteropterus morpheus*).



Crique des ajoncs

Gomphocère tacheté

Crique ensanglanté

Figure 7.1 : Illustrations photographiques de quelques espèces d'invertébrés -
© THEMA Environnement

Seule la présence d'une espèce considérée comme invasive en France a été identifiée au niveau de l'aire d'étude, il s'agit du Frelon asiatique (*Vespa velutina*).

En synthèse, au niveau de l'aire d'étude, il est considéré un enjeu entomologique fort qui est lié aux milieux particuliers suivants :

- Les milieux dunaires, sur l'ensemble de la succession (de la dune embryonnaire à la dune boisée) et des faciès (des plus secs aux plus humides), abritent une entomofaune remarquable parmi des groupes bien étudiés comme les orthoptères (Gomphocère tachetée, Crique de la Palène) et les lépidoptères, mais également parmi des groupes moins bien connus comme les hyménoptères ou les coléoptères. Deux secteurs se dessinent à l'échelle de l'aire d'étude. Le premier, d'importance majeure, est le massif dunaire de l'anse de Vauville, situé à 4 kilomètres au nord-est du site de Flamanville. Le second correspond au secteur dunaire de l'anse de Sciotot, à 5 kilomètres au sud-est du site de Flamanville.
- Les landes, qui ont fortement régressées au cours de la seconde moitié du XX^e siècle, abritent des espèces très spécifiques comme le Crique des ajoncs. Quatre ensembles de landes se rencontrent au sein de l'aire d'étude. Des landes littorales, qui s'expriment d'une part le long de la partie sud du cap de Flamanville et d'autre part, au niveau du cap du Rozel. Des landes localisées plus à l'intérieur des terres, comme les landes de Sciotot et Hameau Courtois d'une part, et les landes du coteau du Petit Douet d'autre part.
- Les fonds de vallées accueillent tout un cortège d'espèces de milieux aquatiques et humides. À ce titre, le cours d'eau de la Diélette et ses végétations riveraines constituent l'habitat de l'Agriion de Mercure, espèce protégée en France et en Europe.
- Les boisements et le bocage bien préservé permet le développement de nombreux coléoptères, dont le Lucane cerf-volant inscrit à l'annexe II de la directive Habitats / Faune / Flore.
- Les plages de galets en pied de falaises constituent l'habitat du très rare Grillon maritime de la Manche. Ce petit Grillon vit dans l'épaisseur des formations de galets et est considéré comme en danger d'extinction en Basse-Normandie. La présence de l'espèce est avérée entre le bec du Cheval et le havre Jouan. Toutes les plages de galets en pied de falaises du cap de Flamanville constituent des habitats potentiels de grand intérêt.

7.2.4.1.7. Arachnides

Sur les **cinq espèces** identifiées au sein de l'aire d'étude, l'Argyronète (*Argyroneta aquatica*) est moins commune. Elle est citée sur la commune de La Hague. Elle vit dans des plans d'eau ou des cours d'eau à faible courant et recherche une eau non polluée, riche en végétation et en invertébrés aquatiques.

7.2.4.2. POISSONS

Les données présentées ci-dessous sont issues de données bibliographiques.

Les données concernent les poissons d'eau douce, les espèces amphihalines et les espèces marines. Au sein de l'aire d'étude, **22 espèces de poissons** sont identifiées.

La grande majorité des espèces présentes sont communes comme par exemple le Congre d'Europe (*Conger conger*), la Vieille commune (*Labrus bergylta*), le Lieu jaune (*Pollachius pollachius*), le Tacaud commun (*Trisopterus luscus*) ainsi que plusieurs espèces de Gobies (Gobie noir, Gobie à deux tâches, Gobie varié) et de Blennies (Blennie mordocet, Blennie gattorugine).

Les espèces peuvent être réparties selon le caractère amphihalin ou non, selon le régime trophique (phytophage, omnivore, insectivore, piscivore, filtreur...), selon le mode de reproduction (lithophile, phytophile, ostracophile) ou encore selon le milieu de vie (limnophile, rhéophile, eurytope).

Les interrelations entre ces différents paramètres font que les espèces de poissons sont susceptibles d'être présents au sein de nombreux habitats de l'aire d'étude en fonction de la période de l'année. En effet, le secteur de la Manche orientale est caractérisé par la présence des plus forts courants de marée de toute la Manche. Ce brassage très fort et les tourbillons engendrés favorisent une forte oxygénation des eaux et la mise à disposition de nutriments. Près de la côte, les sédiments grossiers alternent avec des fonds rocheux sur lesquels, à faibles profondeurs, se développent des laminaires qui forment des milieux très riches et des zones de frayères et de nurseries pour de nombreux poissons (vieille, lieu, congre) et des habitats préférentiels pour des espèces comme le bar par exemple

Parmi les espèces recensées au niveau de l'aire d'étude (mer et cours d'eau continentaux), **3 espèces sont considérées comme remarquables** compte-tenu de leur statut de protection (au niveau national) et/ou de leur patrimonialité (espèces menacées ou quasi-menacées sur les listes rouges nationale et régionale ou espèces inscrites sur les listes des espèces déterminantes de ZNIEFF en région Basse-Normandie) :

- L'Anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*) : espèce en danger critique d'extinction à l'échelle mondiale. Les effectifs d'anguilles sont en déclin au niveau européen au moins depuis les années 1960. Cette chute s'est traduite par une forte diminution des arrivées de civelles (recrutement) qui ont diminué rapidement à partir des années 1980 pour n'atteindre aujourd'hui que 5 % de leur niveau d'avant la chute. Il existe des indications de perte de succès reproducteur pour l'anguille, ce qui en pratique se traduit par un risque d'extinction de l'espèce même si les mortalités d'origine humaines étaient supprimées (Normandie Grands Migrateurs, 2020). Le milieu marin et les cours d'eau de l'aire d'étude sont des milieux potentiels propices à cette espèce.
- La Truite de mer (*Salmo trutta*) : espèce quasi-menacée en France et protégée au titre de l'arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national. La Truite de mer est également inscrite à l'annexe II de la directive Habitats / Faune / Flore. L'espèce est mentionnée sur le bassin de la Diélette, dont elle constitue l'espèce repère d'un point de vue piscicole. L'espèce est également mentionnée sur la commune de La Hague, où le Petit Douet et le Grand Douet peuvent constituer des cours d'eau d'accueil.
- Le Chabot (*Cottus gobio*) : espèce non menacée mais inscrite à l'annexe II de la directive Habitats / Faune / Flore. L'ensemble des cours d'eau de l'aire d'étude est favorable à cette espèce.

Parmi les espèces recensées au sein de l'aire d'étude, aucune n'est considérée comme invasive.

En synthèse, du fait de son fort hydrodynamisme, la région n'est pas une zone d'espèces grégaires (sardines). Néanmoins, l'alternance de fonds rocheux et de dunes hydrauliques favorise une diversité au niveau du peuplement ichtyologique de la partie marine de l'aire d'étude. Les espèces amphihalines connues, dont l'Anguille (*Anguilla anguilla*) et la Truite de mer (*Salmo trutta*), souligne le continuum existant entre le milieu marin et les cours d'eau de l'aire d'étude. Ces derniers abritent également une espèce d'eau douce stricte, le Chabot (*Cottus gobio*), espèce indicatrice de la bonne qualité des eaux en raison de sa forte sensibilité à la pollution des eaux.

7.2.4.3. AMPHIBIENS

Les recherches bibliographiques couplées aux investigations de terrain ont permis de mettre en évidence la présence de **16 espèces d'amphibiens** au sein de l'aire d'étude, ce qui représente presque la totalité des espèces d'amphibiens connues actuellement en Basse-Normandie (seule la Grenouille rieuse (*Pelophylax ridibundus*) n'est pas citée). Le littoral occidental de la Manche est connu pour être l'un des deux secteurs les plus riches en amphibiens à l'échelle de la Normandie (l'autre secteur étant la vallée de la Seine).

À l'échelle de l'aire d'étude, deux grands ensembles d'intérêt pour les amphibiens peuvent être distingués :

- Les zones humides littorales : il s'agit essentiellement de zones humides arrières-dunaires, qui se trouvent être favorables aux espèces pionnières qui affectionnent les substrats meubles comme le Crapaud calamite (*Epidalea calamita*), le Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*) ou encore l'Alyte accoucheur (*Alytes obstetricans*).
- Les zones humides du bocage normand : ces milieux globalement plus stables accueillent un plus grand nombre d'espèces d'amphibiens, susceptibles de fréquenter les mêmes sites de reproduction (mares, plans d'eau et éventuellement des dépressions au sein de prairies humides ou de zones forestières). Les formations boisées, qu'elles soient surfaciques (bosquets, massifs forestiers) ou linéaires (haies bocagères), constituent des habitats propices pour la période de vie terrestres des différentes espèces (Salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*), Triton marbré (*Triturus marmoratus*), Crapaud épineux (*Bufo spinosus*)...

Toutes les espèces identifiées sont considérées comme remarquables au regard de leur inscription sur la liste des amphibiens protégés en France.

Le Triton crêté (*Triturus cristatus*), le Triton marbré (*Triturus marmoratus*), l'Alyte accoucheur (*Alytes obstetricans*), le Crapaud calamite (*Epidalea calamita*), la Rainette verte (*Hyla arborea*), la Grenouille de Lesson (*Pelophylax lessonae*) et la Grenouille agile (*Rana dalmatina*) figurent aux annexes de la **directive Habitats / Faune / Flore**.

5 espèces **déterminantes ZNIEFF** sont présentes : le Crapaud calamite (*Epidalea calamita*), le Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), le Triton ponctué (*Lissotriton vulgaris*), le Triton crêté (*Triturus cristatus*) et le Triton marbré (*Triturus marmoratus*).

À l'échelle nationale, aucune espèce n'est actuellement menacée mais six sont proches de l'être : la Grenouille verte (*Pelophylax kl. esculentus*), la Grenouille de Lesson (*Pelophylax lessonae*), la Rainette verte (*Hyla arborea*), le Triton marbré (*Triturus marmoratus*), le Triton ponctué (*Lissotriton vulgaris*) et le Triton crêté (*Triturus cristatus*).

À l'échelle régionale, 1 espèce est en **danger d'extinction** (le Triton ponctué (*Lissotriton vulgaris*)), 4 sont vulnérables (la Grenouille rousse (*Rana temporaria*), le Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), le Triton marbré (*Triturus marmoratus*) et le Triton crêté (*Triturus cristatus*)) et 3 sont considérées comme **quasi-menacées**.



Figure 7.m : Crapaud calamite - © THEMA Environnement

Aucune espèce d'amphibien n'est considérée comme invasive. La progression d'une espèce introduite dans la région est toutefois à surveiller : la Grenouille rieuse (*Pelophylax ridibundus*). Cette espèce, présente naturellement dans l'Est de la France et introduite en Normandie (au même titre que d'autres régions françaises), a connu une forte expansion ces dernières décennies. Elle impacte les populations indigènes de Grenouilles de Lesson (*Pelophylax lessonae*) par le mécanisme de l'hybridogénèse. L'hybride fertile est nommé *Pelophylax kl. esculentus*.

En synthèse, la façade occidentale de la Manche est connue pour être très riche en amphibiens et l'aire d'étude est représentative de cette richesse. L'ensemble du bocage de l'aire d'étude présente un intérêt manifeste mais les plus forts enjeux sont localisés au sein des principales vallées et des zones humides en contexte dunaire.

Du point de vue spécifique, le Triton ponctué (*Lissotriton vulgaris*) présente le plus fort enjeu mais est marginal. Les données concernent la commune de La Hague où l'espèce fréquente la réserve naturelle nationale de la Mare de Vauville, et peut-être d'autres zones humides en contexte dunaire, tout comme le Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), le Crapaud calamite (*Epidalea calamita*) ou encore les Tritons crêté (*Triturus cristatus*) et marbré (*Triturus marmoratus*).

La Grenouille rousse (*Rana temporaria*) présente également un enjeu important. Sa répartition est plus vaste avec au moins cinq communes concernées, dont la commune de Flamanville où l'espèce a été observée en contexte de zone humide à l'aval du Château.

7.2.4.4. REPTILES

Les recherches bibliographiques couplées aux investigations de terrain ont permis de mettre en évidence la présence de **10 espèces de reptiles** au sein de l'aire d'étude. En détail, il s'agit de trois des quatre espèces de tortues observables en Normandie et sept des 10 espèces de squamates (reptiles à écailles qui changent régulièrement de peau) observables en Normandie.

Pour ce qui est des tortues marines, les côtes de la Manche constituent principalement une zone de passage pour des spécimens migrants. Les données correspondent principalement à des spécimens échoués sur les côtes.

Concernant les squamates, les espèces recensées répondent à des facteurs communs tels que la représentativité en écotones (haies, lisières boisées, bords de chemins) bien ensoleillés (exposition au sud) et la présence de micro-habitats favorables (buissons épineux, vieux murs en pierres, tas de bois, galeries de micromammifères, zones humides). Toutes les espèces sont considérées comme remarquables au regard de leur inscription sur la liste des reptiles protégés et sur la liste des tortues marines protégées en France. La liste des espèces de reptiles recensées sur l'aire d'étude du Projet est présentée en [Annexe 6](#).

Le Lézard à deux raies (*Lacerta bilineata*), le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*) et la Coronelle lisse (*Coronella austriaca*) figurent à l'annexe IV de la directive **Habitats / Faune / Flore**.

Trois espèces sont **déterminantes ZNIEFF** : le Lézard à deux raies (*Lacerta bilineata*), la Vipère péliade (*Vipera berus*) et la Coronelle lisse (*Coronella austriaca*).

Les tortues marines sont menacées à l'échelle mondiale mais leur état de conservation n'est pas évalué en France.

Pour les squamates, seule une espèce est **menacée**, la Vipère péliade (*Vipera berus*). Elle est en **danger d'extinction** en Basse-Normandie et **vulnérable** en France. Elle est identifiée sur quatre communes de l'aire d'étude, dont Flamanville

Trois espèces sont **quasi-menacées** en Basse-Normandie, Lézard à deux raies (*Lacerta bilineata*), le Lézard vivipare (*Zootoca vivipara*) et la Coronelle lisse (*Coronella austriaca*).

Les prospections menées en 2020 ont permis d'observer l'Orvet fragile (*Anguis fragilis*) sur un coteau du Petit Douet, occupé par une lande, et une Coronelle lisse (*Coronella austriaca*) au sein du site de Flamanville.



Figure 7.n : Coronelle lisse - © THEMA Environnement

Aucune espèce invasive de reptiles n'est répertoriée au sein de l'aire d'étude.

En synthèse, à l'image de la situation pour les amphibiens, l'aire d'étude présente des enjeux manifestes pour les reptiles. Ces enjeux se concentrent dans les espaces à plus forte naturalité comme les milieux dunaires, les landes et pelouses, que ce soit sur le littoral ou sur les coteaux à l'intérieur des terres. Le bocage, l'un des plus denses et mieux préservés de France, présente également un fort enjeu.

Une espèce, la Vipère péliade (*Vipera berus*), présente un fort enjeu de conservation en dépit d'un faible niveau de protection réglementaire. Il semble qu'elle soit encore bien représentée à l'échelle de l'aire d'étude. Outre la Vipère péliade (*Vipera berus*), il est important de mentionner la présence de la Coronelle lisse (*Coronella austriaca*) au sein du site de Flamanville. Cette dernière espèce est moins menacée mais elle reste peu courante et déterminante des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

7.2.4.5. MAMMIFÈRES

Les recherches bibliographiques couplées aux investigations de terrain ont permis de mettre en évidence la présence de 54 espèces de mammifères au niveau de l'aire d'étude, soit à peu près 60 % des mammifères sauvages de Normandie¹¹.

7.2.4.5.1. Les mammifères marins

Les mammifères marins forment deux cortèges :

- Un cortège des espèces de pleine mer qui ne fréquente qu'occasionnellement la frange côtière et qui n'utilise jamais les bassins portuaires. On y retrouve le Dauphin commun (*Delphinus delphis*), le Dauphin blanc et bleu (*Stenella coeruleoalba*) et le Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*). Une partie des populations de Grand Dauphin (*Tursiops truncatus*) est liée à la pleine mer.
- Un cortège des espèces littorales qui fréquente régulièrement le bord de mer, où l'on retrouve le Marsouin commun (*Phocoena phocoena*), le Globicéphale noir (*Globicephala melas*), le Phoque gris (*Halichoerus grypus*) et le Phoque veau-marin (*Phoca vitulina*). Ces espèces peuvent également fréquenter les bassins portuaires. Les phoques ont la spécificité d'utiliser à marée basse les bancs de sables pour pouvoir se reposer (et pour mettre bas). Ils peuvent également remonter dans les fleuves côtiers. Une partie des populations de Grand Dauphin (*Tursiops truncatus*) présente également une affinité côtière.

Les Grands dauphins (*Tursiops truncatus*) du golfe Normand-Breton forment une unique population côtière composée de trois ensembles sociaux et écologiques distincts (LOUIS, 2014). La partie marine de l'aire d'étude correspond à l'extrême nord du groupe social établi le plus au nord à l'échelle du golfe Normand-Breton (Cf. [Figure 7.o](#)).

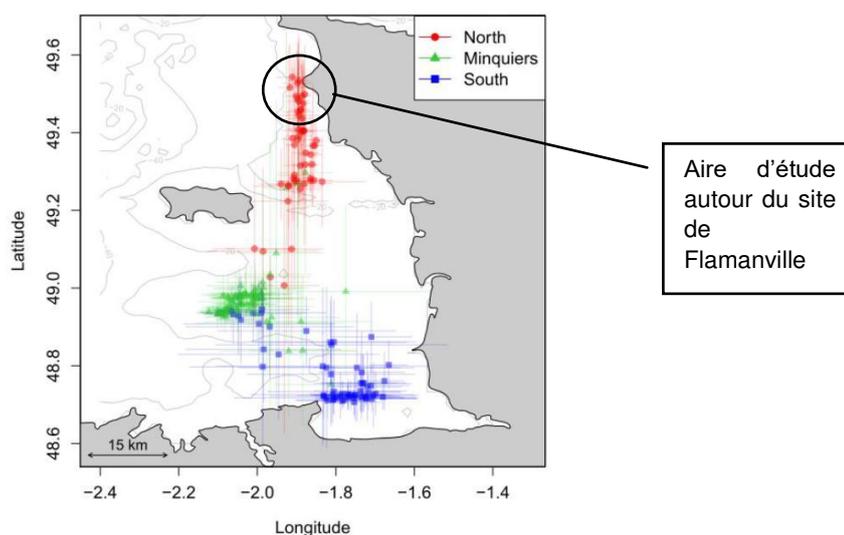


Figure 7.o : Répartition des individus de Grands dauphins selon leur appartenance à l'un des trois groupes sociaux de la population du golfe Normand-Breton (Illustration extraite de la thèse de Marie LOUIS, 2014)

¹¹ D'après le Groupe Mammalogique Normand (GMN).

7.2.4.5.2. Les mammifères terrestres (hors chiroptères)

Les mammifères terrestres se répartissent selon leurs biotopes pour former les cortèges suivants :

- Les espèces plutôt présentes au niveau des plaines ouvertes essentiellement agricoles comme le Renard roux (*Vulpes vulpes*), le Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*), la Taupe d'Europe (*Talpa europaea*), le Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*) et le Campagnol des champs (*Microtus arvalis*) ;
- Les espèces affectionnant plutôt les zones à dominante boisée comme le Chevreuil européen (*Capreolus capreolus*), le Sanglier (*Sus scrofa*), la Martre des pins (*Martes martes*), et l'Ecureuil roux (*Sciurus vulgaris*) ;
- Les espèces affectionnant les fonds de vallée présentant des milieux aquatiques comme plusieurs mammifères semi-aquatiques dont la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*), le Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*) et la Crossope aquatique (*Neomys fodiens*).

7.2.4.5.3. Les chiroptères

La partie terrestre de l'aire d'étude, essentiellement représentée par le bocage, est favorable aux chiroptères. Outre le bocage, les secteurs d'intérêt sont localisés au niveau :

- De la bande littorale : la présence de cavités naturelles au sein des falaises peut procurer des gîtes propices aux chiroptères cavernicoles.
- Des principales vallées : le réseau hydrographique de l'aire d'étude constitue des voies privilégiées pour le transit des chiroptères et des zones de chasse importantes. Il existe également une synergie liée à la corrélation entre le réseau hydrographique et la répartition des boisements le long de ce réseau.
- Des milieux bâtis : les bourgs et hameaux de l'aire d'étude procurent de nombreuses possibilités de gîtes pour les espèces anthropophiles (églises, combles d'habitations, caves...).

Parmi l'ensemble des espèces de mammifères marins et terrestres recensées au niveau de l'aire d'étude, **33 espèces sont considérées comme remarquables** compte-tenu de leur statut de protection (au niveau national) et/ou de leur patrimonialité (espèces menacées ou quasi-menacées sur les listes rouges nationale et régionale ou espèces inscrites sur les listes des espèces déterminantes de ZNIEFF en région Basse-Normandie).

Parmi ces espèces remarquables, on notera :

- 27 espèces **protégées au niveau national**, dont toutes les espèces de chiroptères, huit espèces de mammifères marins, trois mammifères semi-aquatiques et trois espèces de la petite faune à savoir le Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*), l'Ecureuil roux (*Sciurus vulgaris*) et le Muscardin (*Muscardinus avellanarius*).
- 15 espèces inscrites sur la liste des espèces **déterminantes de ZNIEFF**.
- **À l'échelle européenne**, le Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*) est également considéré comme vulnérable, au même titre que la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*), le Murin de Bechstein (*Myotis bechsteini*) et le Marsouin commun (*Phocoena phocoena*). Le Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*) a fait l'objet d'une observation récente sur la commune de La Hague. Malgré des recherches ciblées sur certaines portions de cours d'eau de l'aire d'étude en 2020, sa présence n'a pas été détectée. L'espèce est considérée comme potentielle au sein des différentes vallées de l'aire d'étude.
- **Deux espèces sont menacées en France** : le Murin de Natterer (*Myotis Nattereri*) et le Globicéphale noir (*Globicephala melas*). À noter également que 13 espèces sont considérées comme quasi-menacées en France.

- **Sept espèces menacées en Basse-Normandie**, dont le Rat noir (*Rattus rattus*) en danger critique d'extinction, ainsi que la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) et l'Hermine (*Mustela erminea*) en danger d'extinction. À noter que la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) n'a pas fait l'objet d'observation depuis plusieurs décennies au sein de l'aire d'étude et ne doit pas être présente actuellement. Cela étant, l'espèce est en expansion en Normandie et pourrait recoloniser prochainement les cours d'eau concernés par la présente étude.

Parmi les espèces de mammifères présentes au niveau de l'aire d'étude, trois figurent sur l'arrêté du 14 février 2018 relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des **espèces animales exotiques** envahissantes sur le territoire métropolitain : le Ragondin (*Myocastor coypus*), le Rat musqué (*Ondatra zibethicus*) et le Rat surmulot (*Rattus norvegicus*).

7.2.4.5.4. Synthèse des mammifères

En synthèse, la partie marine de l'aire d'étude accueille plusieurs espèces de mammifères marins remarquables plus ou moins fréquentes. Parmi les espèces régulières, il est possible de citer le Grand dauphin (*Tursiops truncatus*), le Phoque gris (*Halichoerus grypus*) et, dans une moindre mesure, le Phoque veau marin (*Phoca vitulina*). Pour les autres espèces plus occasionnelles, la Manche constitue une zone de passage.

Concernant la partie terrestre de l'aire d'étude, les fonds de vallées concentrent la majorité des enjeux avec la présence potentielle du Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*), de la Crossope aquatique (*Neomys fodiens*) et la recolonisation possible dans un avenir proche de la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*).

La trame bocagère possède également un intérêt notable pour de nombreuses espèces de chiroptères et pour les mammifères terrestres, dont certains sont remarquables comme l'Hermine (*Mustela erminea*), le Muscardin (*Muscardinus avellanarius*) et la Crocidure (*Leucode Crocidura leucodon*).

7.2.4.6. OISEAUX

Les recherches bibliographiques couplées aux investigations de terrain ont permis de mettre en évidence la présence de **216 espèces** d'oiseaux au niveau de l'aire d'étude. Sur ces 216 espèces, 60 sont considérées comme des espèces nicheuses. Les espèces non nicheuses sont soit des espèces hivernantes, soit des espèces de passage lors des migrations pré-nuptiale et post-nuptiale.

Cortèges d'espèces et intérêt des habitats naturels en période de nidification

Pour les espèces nicheuses identifiées au niveau de l'aire d'étude, elles peuvent se retrouver au niveau des habitats suivants :

- Espèce des côtes rocheuses, falaises : Grand Corbeau (*Corvus corax*), Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), Goéland argenté (*Larus argentatus*), Goéland marin (*Larus marinus*), Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*), Choucas des tours (*Corvus monedula*), Pipit farlouse (*Anthus pratensis*), Cormoran huppé (*Phalacrocorax aristotelis*).
- Espèces des milieux dunaires, des plages sableuses et/ou de galets : Grand Gravelot (*Charadrius hiaticula*), Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), Hirondelle de rivage (*Riparia riparia*), Traquet motteux (*Oenanthe oenanthe*).
- Espèces des landes et fourrés : Bruant jaune (*Emberiza citrinella*), Bruant zizi (*Emberiza cirlus*), Linotte mélodieuse (*Linaria cannabina*), Fauvette pitchou (*Sylvia undata*), Engoulevent d'Europe (*Caprimulgus europaeus*), Tarier pâtre (*Saxicola rubicola*).

- Espèces des milieux forestiers et bocagers : Bouvreuil pivoine (*Pyrrhula pyrrhula*), Buse variable (*Buteo buteo*), Chouette hulotte (*Strix aluco*), Grimpereau des jardins (*Certhia brachydactyla*), Mésange bleue (*Cyanistes caeruleus*), Mésange charbonnière (*Parus major*), Gobemouche gris (*Muscicapa striata*), Hibou moyen-duc (*Otus otus*).
- Espèces des espaces de grandes cultures : Alouette des champs (*Alauda arvensis*), Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*), Perdrix rouge (*Alectoris rufa*).
- Espèces des zones humides : Bouscarle de Cetti (*Cettia cetti*), Cisticole des joncs (*Cisticola juncidis*).
- Espèces anthropophiles : Effraie des clochers (*Tyto alba*), Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*), Moineau domestique (*Passer domesticus*), Pie bavarde (*Pica pica*), Rougequeue noir (*Phoenicurus ochruros*), Tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*).

Les interrelations sont nombreuses entre les différents écosystèmes. Une espèce nicheuse sur la falaise ira s'alimenter sur le littoral (ex : Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*)) tandis qu'une autre fréquentera les milieux agricoles des plateaux (ex : Choucas des tours (*Corvus monedula*)). Des espèces nicheuses en milieux forestiers y seront strictement inféodées tandis que d'autres nécessitent des milieux ouverts pour s'alimenter (ex : Buse variable (*Buteo buteo*)).

Par ailleurs, il est important de noter que certaines espèces des côtes rocheuses ou des falaises se reportent sur les milieux bâtis. C'est le cas pour le Cormoran huppé (*Phalacrocorax aristotelis*) ou encore les goélands présents sur les digues du site de Flamanville.

Intérêt des habitats naturels en période de migration et d'hivernage

L'aire d'étude est concernée par la voie migratoire Est-Atlantique qui concentre de nombreux oiseaux nichant dans le nord de l'Europe (Scandinavie, pays baltes, ouest de la Sibérie...). La partie marine et la partie littorale de l'aire d'étude est importante pour le transit des oiseaux marins et des oiseaux d'eau qui longent la côte depuis la Mer du Nord vers l'Océan Atlantique en automne et inversement au printemps.

Outre les zones humides, les fourrés, les haies et les boisements constituent autant de zones propices aux passereaux, que ce soit pour des haltes de migrants au long cours ou le transit d'espèces avec une stratégie de migration rampante¹².

Les milieux évoqués précédemment sont également fréquentés de manière préférentielle lors de la période hivernale. De plus, les prairies et les chaumes peuvent accueillir des effectifs importants de grives, de pigeons ou encore de fringilles (pinsons, verdiers, chardonnerets...).

¹² Qualifie une migration que les oiseaux n'effectuent non pas en vol direct, mais en passant d'un buisson à l'autre, dans la direction normale de leur migration. Il s'agit surtout des espèces migrant la nuit : de jour, elles poursuivent ainsi leur trajet par petites escales, en se nourrissant plus souvent (Dubois & Rousseau, 2005).

Parmi les espèces recensées, **201 espèces sont considérées comme remarquables** compte-tenu de leur statut de protection (au niveau national) et/ou de leur patrimonialité (espèces menacées ou quasi-menacées sur les listes rouges nationale et régionale ou espèces inscrites sur les listes des espèces déterminantes de ZNIEFF en région Basse-Normandie). Parmi ces espèces remarquables, on notera :

- 164 espèces protégées en France, au titre de l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Parmi les espèces considérées comme nicheuses ou potentiellement nicheuses au sein de l'aire d'étude, ce sont 45 espèces qui sont protégées en France. Au regard de la diversité des milieux fréquentés, la plupart des habitats naturels de l'aire d'étude sont concernés par cette réglementation.
- 46 espèces inscrites à l'annexe I de la directive Européenne « Oiseaux », dont quatre sont des espèces considérées comme nicheuses ou potentiellement nicheuses au sein de l'aire d'étude : l'Engoulevent d'Europe (*Caprimulgus europaeus*), le Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), la Fauvette pitchou (*Sylvia undata*) et le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*).
- 101 espèces inscrites sur la liste des espèces déterminantes de ZNIEFF en région Basse-Normandie, dont 13 sont des espèces considérées comme nicheuses ou potentiellement nicheuses au sein de l'aire d'étude. Les espèces concernées sont essentiellement des espèces du littoral ou des landes.
- 10 espèces nicheuses sont menacées en France, dont une en danger d'extinction (la Fauvette pitchou (*Sylvia undata*)). De plus, huit sont considérées comme quasi-menacées en France. Les milieux des espèces concernées correspondent aux habitats littoraux, aux landes et aux zones humides.
- 14 espèces nicheuses sont menacées en Basse-Normandie, dont une espèce en danger critique d'extinction (le Grand Corbeau (*Corvus corax*)) et cinq espèces en danger d'extinction (le Bouvreuil pivoine (*Pyrrhula pyrrhula*), le Bruant jaune (*Emberiza citrinella*), le Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), le Grand Gravelot (*Charadrius hiaticula*) et le Pipit farlouse (*Anthus pratensis*)). Par ailleurs, six sont considérées comme quasi-menacées dans cette même région. Ces évaluations procurent un niveau d'enjeu fort aux falaises, aux hauts de plages et aux landes.
- En période de migration, neuf espèces sont considérées vulnérables en Basse-Normandie, dont une espèce marine (le Puffin des baléares (*Puffinus mauretanicus*)), deux espèces côtières, quatre espèces à tendances forestières, une espèce des landes et bocage et une espèce des zones humides (le Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola*)).
- En période hivernale, une cinquantaine d'espèces parmi celles inventoriées sont considérées comme menacées à l'échelle de la Basse-Normandie. En grande majorité, il s'agit d'espèces marines et côtières.



Faucon crécerelle



Milan noir



Fuligules morillon



Harle bièvre

Figure 7.p : Illustrations photographiques d'espèces d'oiseaux remarquables identifiés sur l'aire d'étude du Projet – © THEMA Environnement

Parmi les espèces d'oiseaux recensées dans l'aire d'étude, **aucune n'est considérée comme invasive** en Basse-Normandie.

En synthèse, le milieu marin est une zone de passage importante pour de nombreux oiseaux, qu'ils soient marins, côtiers ou même des oiseaux terrestres en migration le long du littoral. Les ressources halieutiques sont activement exploitées par les oiseaux marins de passage ou hivernants aux larges des côtes du Cotentin, à l'image du Fou de bassan (*Morus bassanus*).

Pour la partie terrestre de l'aire d'étude, le littoral constitue l'enjeu de conservation principal avec d'une part les côtes rocheuses escarpées propices au Grand Corbeau (*Corvus corax*) au Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*) ou encore au Cormoran huppé (*Phalacrocorax aristotelis*), et d'autre part les côtes sableuses avec la nidification en haut de plages du Grand Gravelot (*Charadrius hiaticula*), du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) et de l'Hirondelle de rivage (*Riparia riparia*) et la nidification au sein des massifs dunaires d'espèces comme le Traquet motteux (*Oenanthe oenanthe*) ou l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*). A noter qu'il existe un report de ces espèces à enjeu sur des secteurs aménagés par l'Homme comme les digues du site de Flamanville qui accueillent plusieurs espèces de goélands, le Cormoran huppé (*Phalacrocorax aristotelis*), le Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*) ou encore l'Huîtrier-pie (*Haematopus ostralegus*) et comme les édifices bâtis qui accueillent également des goélands nicheurs ainsi que le Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*).

Les secteurs de landes, que ce soit en contexte littoral ou sur les coteaux le long des vallées, sont également d'intérêt pour la nidification d'espèces spécialisées comme la Fauvette pitchou (*Sylvia undata*) et l'Engoulevent d'Europe (*Caprimulgus europaeus*). Plusieurs espèces au spectre écologique plus large comme la Linotte mélodieuse (*Linaria cannabina*) ou le Bruant jaune (*Emberiza citrinella*) bénéficient également des landes.

Les complexes de prairies humides et de végétation à hautes herbes des fonds de vallées sont propices aux fauveltes paludicoles, dont la Cisticole des joncs (*Cisticola juncidis*) ou encore la Bouscarle de Cetti (*Cettia cetti*).

Enfin, le bocage dans son ensemble et les quelques formations forestières permettent la nidification et l'hivernage d'un riche cortège d'oiseaux, dont certaines espèces remarquables comme le Bouvreuil pivoine (*Pyrrhula pyrrhula*) ou le Gobemouche gris (*Muscicapa striata*).

7.2.5. FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES

L'objectif de ce chapitre est de décrire les principales fonctionnalités écologiques des milieux situés dans un rayon de 10 km autour du Projet.

En complément des études réalisées par THEMA Environnement, plusieurs éléments bibliographiques permettent d'identifier ces fonctionnalités écologiques, notamment :

- le Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) de la région Normandie et le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) de Basse-Normandie ;
- la trame verte et bleue du SCoT (Schéma de Cohérence Territoriale) du Pays du Cotentin ;
- les classements des cours d'eau ;
- Les plans de gestion de certaines espèces, en particulier le PLAN de Gestion des POissons Migrateurs (PLAGEPOMI) et le Plan National d'Action Anguille.

7.2.5.1. LE SCHÉMA RÉGIONAL D'AMÉNAGEMENT DE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET D'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES ET LE SCHÉMA RÉGIONAL DE COHÉRENCE ÉCOLOGIQUE

Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et de l'Égalité des Territoires (SRADDET) de la région Normandie prévoit huit objectifs au titre de l'intégration des deux anciens Schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE de Basse-Normandie et SRCE de Haute-Normandie) définis par type d'espace (bocage, littoral, pelouses calcicoles, espaces boisés, grandes cultures et milieux rares) ainsi que deux objectifs portant sur les continuités hydrauliques et les sites Natura 2000.

L'élaboration du « plan d'action stratégique en faveur de la cohérence écologique en Normandie », présenté en annexe du SRADDET a permis d'harmoniser les approches parfois différenciées des SRCE précédents.

Le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) de Basse-Normandie, instauré par la loi Grenelle 2 dans l'objectif de freiner la perte de biodiversité par la reconstitution d'un réseau écologique fonctionnel, a été approuvé par le Conseil Régional le 3 juillet 2014 et adopté par arrêté du Préfet de Région le 29 juillet 2014.

Le support des continuités écologiques est constitué par des « sous-trames ». Une sous-trame représente l'ensemble des espaces présentant un même type de milieux et formant un réseau plus ou moins connecté. En Basse-Normandie, au regard des enjeux identifiés et des milieux dominants des réservoirs de biodiversité, cinq catégories ont été identifiées :

- sous-trame littorale : dunes, prés salés, falaises... ;
- sous-trame boisée : forêts et bois ;
- sous-trame de milieux ouverts : coteaux calcaires, landes sèches... ;
- sous-trame de zones humides : tourbières, marais, boisements marécageux... ;
- sous-trame aquatique : cours d'eau.

Les réservoirs de biodiversité sont des espaces dans lesquels la biodiversité, rare ou commune, menacée ou non menacée, est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie (alimentation, reproduction, repos) et où une taille suffisante des habitats naturels assure leur fonctionnalité.

Les corridors écologiques sont des voies de déplacement pour la faune et la flore assurant les connexions entre des réservoirs de biodiversité. Ils ne sont pas nécessairement linéaires et peuvent exister sous la forme de réseaux d'habitats discontinus, mais suffisamment proches.

La Basse-Normandie présente la particularité d'abriter des milieux naturels et semi-naturels très imbriqués et qui couvrent la majeure partie du territoire. Une mosaïque dense mêle ainsi un linéaire de haies important (69 mètres linéaires par hectare de moyenne), de nombreuses prairies permanentes, des bosquets, des cultures, des espaces humides, un linéaire de cours d'eau extrêmement dense. Les corridors écologiques sont représentés sous la forme d'une matrice paysagère d'ensemble qui permet à une grande majorité d'espèces de trouver des espaces de vie diversifiés et de se disséminer en se déplaçant au sein de milieux favorables.

Les éléments fragmentants correspondent aux différents obstacles qui limitent les continuités écologiques. Majoritairement d'origine humaine, ils sont représentés par les barrages, routes à trafic dense, voies ferrées en grillagées, surfaces urbanisées.

Selon la cartographie associée au SRCE de Basse-Normandie, l'aire d'étude englobe plusieurs réservoirs de biodiversité, correspondant aux espaces les plus riches du territoire. Il s'agit presque exclusivement des milieux dunaires et des côtes rocheuses situées de part et d'autre du Cap de Flamanville (Cf. [Figure 7.s](#)).

Cette même cartographie met en évidence la présence d'une matrice bleue (corridors de milieux humides) sans surprise corrélée à la position des principales vallées et des vallons de l'aire d'étude. La matrice verte (mosaïque paysagère composée de bois, haies et prairies permanentes plus ou moins denses, connectant les réservoirs de biodiversité) est globalement représentée comme fonctionnelle, résultat corrélé à la forte densité bocagère de l'aire d'étude.

Les principaux éléments fragmentant sont constitués par les espaces artificialisés (enveloppes urbaines des villes et villages ainsi que le site de Flamanville) et la principale voie de communication (RD650).

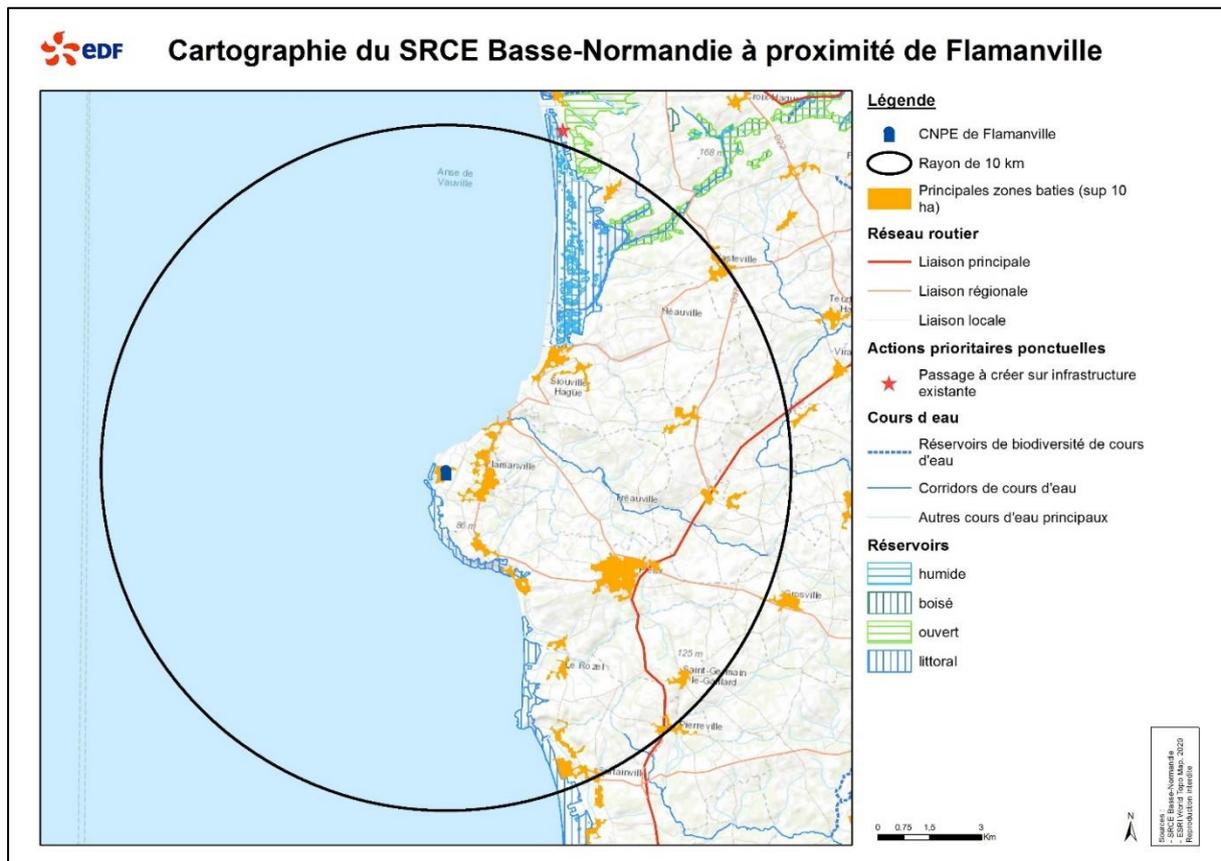


Figure 7.q : Extrait de la cartographie du Schéma Régional de Cohérence Écologique localisé dans un rayon de 10 km autour du Projet – Éléments de la trame verte et bleue

7.2.5.2. LA TRAME VERTE ET BLEUE DU SCOT DU PAYS DU COTENTIN

Le Pays du Cotentin reconnaît la richesse naturelle de son littoral et de son bocage intérieur, comme atout à préserver pour affirmer sa qualité territoriale et valoriser son environnement.

La trame verte et bleue du SCoT (Schéma de Cohérence Territoriale) précise :

- les pôles de biodiversité majeurs ;
- les pôles de biodiversité annexes ;
- les éléments fragmentants.

Le SCoT détermine les réservoirs de biodiversité majeurs et annexes. La carte de ces réservoirs (Cf. [Figure 7.r](#)) fait apparaître que le périmètre d'étude est concerné par :

- un pôle de biodiversité majeur correspondant au massif dunaire de Héauville à Vauville ;
- un pôle de biodiversité majeur le long du littoral du Cap de Flamanville au massif dunaire de Surtainville ;
- un pôle de biodiversité annexe intégrant les landes entre le Rozel et la commune des Pieux.

Les principales voies de communication (RD 650, RD37...) apparaissent comme des éléments fragmentants, ainsi que les principales zones urbanisées (Les Pieux, Flamanville, Siouville-Hague...).



Figure 7.r : Trame verte et bleue du SCoT du Pays du Cotentin
(Source : rapport de présentation du PLU de la commune des Pieux, 2019)

7.2.5.3. LE CLASSEMENT DES COURS D'EAU

L'aire d'étude est concernée par les bassins versants du Grand Douet, du Petit Douet, de la Diélette, du But, du petit ruisseau de Surtainville, de la Scye et de la Divette.

L'article L. 214-17 du code de l'environnement vise la restauration de la continuité piscicole au sein des cours d'eau. L'arrêté du 4 décembre 2012 définit deux listes.

La liste 1 concerne les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux qui sont :

- en bon état écologique,
- identifiés comme jouant le rôle de réservoirs biologiques,
- nécessitant une protection complète des migrants amphihalins.

Sur ces cours d'eau, aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique.

Les cours d'eau inscrits sur la liste 1 à proximité du site de Flamanville sont :

- la Diélette,
- la Scye,
- la Divette.

La Diélette est inscrite sur la liste 2.

7.2.5.4. LE PLAN DE GESTION DES POISSONS MIGRATEURS (PLAGEPOMI)

Pour chaque bassin fluviaux, un Comité de Gestion des Poissons Migrateurs (COGEPOMI) a la charge d'établir un Plan de Gestion de Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI) sur le territoire qui le concerne.

Le PLAGEPOMI des cours d'eau du bassin Seine-Normandie s'attache aux espèces suivantes :

- le saumon atlantique (*Salmo salar*),
- la truite de mer (*Salmo trutta*, f. *trutta*),
- la grande alose (*Alosa alosa*),
- l'alose feinte (*Alosa fallax*),
- la lamproie marine (*Petromyzon marinus*),
- la lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*),
- l'anguille (*Anguilla anguilla*).

L'objectif général du PLAGEPOMI du bassin Seine-Normandie est d'assurer la restauration et la conservation des espèces migratrices amphihalines, en réduisant les pressions anthropiques auxquelles elles sont soumises. Les grandes orientations stratégiques sont fixées selon quatre axes principaux :

- Axe 1 : Reconquérir les axes de migration.
- Axe 2 : Renforcer la connaissance des migrateurs.
- Axe 3 : Encadrement et suivi de la pêche.
- Axe 4 : Protéger et restaurer les habitats de production.

7.2.5.5. LE PLAN NATIONAL D'ACTION ANGUIILLE (PNA)

Le Règlement Européen n° 1100/2007/CE du 18 septembre 2007 établit un cadre pour la protection et l'exploitation durable du stock d'anguilles dans les eaux communautaires. Dans le cadre de cette réglementation, les États membres doivent recenser les différents bassins hydrographiques situés sur leur territoire national qui constituent l'habitat naturel de l'Anguille d'Europe. L'objectif est d'élaborer un plan de gestion visant à « réduire la mortalité anthropique afin d'assurer avec une grande probabilité un taux d'échappement vers la mer d'au moins 40 % de la biomasse d'Anguilles correspondant à la meilleure estimation possible du taux d'échappement qui aurait été observé si le stock n'avait subi aucune influence anthropique ». La France a ainsi choisi de mettre en place un Plan de Gestion de l'Anguille (PGA) qui s'inscrit dans l'objectif de reconstitution fixé par le Règlement Européen n° 1100/2007/CE du 18 septembre 2007. Il contient des mesures de réduction des principaux facteurs de mortalité sur lesquels il est possible d'agir à court terme.

Le plan de gestion français contient deux échelles de travail. Le travail réalisé à l'échelle nationale a pour objectif de reprendre les principales exigences du règlement européen et de proposer un cadre de travail homogène. Pour l'unité de gestion du Rhin, le plan de gestion Anguille est décliné au sein d'un volet local. Les mesures présentées dans ce document portent sur les captures par pêche et les obstacles à la circulation des Anguilles.

Il comprend deux échelles de travail à savoir une échelle nationale permettant un cadre de travail homogène et une échelle territoriale permettant de décliner le plan au niveau local en fonction des caractéristiques de chaque territoire. La France est ainsi divisée en neuf Unités de Gestion de l'Anguille (UGA) dont celle de Seine-Normandie.

Les cours d'eau de l'aire d'étude ne sont pas concernés par les secteurs d'actions prioritaires.

7.2.5.6. LES ZONES FONCTIONNELLES HALIEUTIQUES D'IMPORTANCE

Un espace est considéré comme une Zone Fonctionnelle Halieutique (ZFH) à partir du moment où il est le siège d'au moins une phase du cycle de vie d'une ressource halieutique (en particulier les zones de frayère, de nurserie et les voies de migration des espèces amphihalines et récifales), c'est-à-dire d'une espèce présentant un intérêt pour l'exploitation commerciale par la pêche. Les Zones Fonctionnelles Halieutiques d'Importance (ZFH_i) correspondent aux ZFH dont l'importance est caractérisée par une forte concentration d'individus à un stade de vie donnée pour un espace restreint. Les ZFH_i contribuent de manière conséquente au stade de vie suivant d'une espèce donnée.

Le processus d'identification et d'étude des Zones Fonctionnelles Halieutiques (ZFH) a commencé dès 2015. Plusieurs de ces zones ont été identifiées et cartographiées en Manche Est Mer du Nord¹³. Le MTES¹⁴ a missionné Agrocampus pour établir un cadrage méthodologique et identifier les ZFH par sous-région marine. Deux rapports ont été produits, le premier sur la définition d'une ZFH et comment qualifier son importance (rendu fin 2016) et un second compilant les informations quantitatives existantes sur les ZFH_i connues et les cartes correspondantes, et recensant des données à dire d'expert et des données nécessitant une analyse complémentaire (rendu juin 2017).

À terme, ces travaux pourraient permettre de définir des Zones de Conservation Halieutique (ZCH), c'est-à-dire d'aires marines protégées introduites par la loi « Biodiversité » ayant pour objectif de préserver à long terme les espèces halieutiques exploitées, via la protection de zones maritimes d'intérêt particulier pour la reproduction, la croissance ou l'alimentation des poissons.

¹³ https://sextant.ifremer.fr/Donnees/Catalogue/#search?fast=index&content_type=json&from=1&to=30&sortBy=changeDate&any=zone%20fonctionnelle%20halieutique

¹⁴ MTES : Ministère de la Transition Écologique et Solidaire.

7.2.5.7. LES FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES AUTOUR DU SITE DE FLAMANVILLE

Le site de Flamanville se trouve sur un territoire avec des fonctionnalités écologiques diverses associées aux milieux aquatiques, au littoral ou à l'intérieur des terres.

Les continuités écologiques du littoral sont, d'une part maritime, avec la présence d'un couloir de déplacement le long du littoral, notamment pour l'avifaune et la faune marine.

Les espèces amphihalines connues, souligne le continuum existant entre le milieu marin et les cours d'eau présents.

D'autre part, les réservoirs de biodiversité terrestres du littoral, correspondant aux sous-trames des milieux dunaires et des milieux littoraux rocheux.

Le massif dunaire de Biville au nord possède un intérêt majeur au niveau du département, voire de la région. Cela se traduit par la présence de zonages d'inventaires ou règlementaires sur l'ensemble du site. De taille plus modeste, le massif dunaire du Rozel joue tout même un rôle de réservoir de biodiversité. La seconde sous-trame littorale correspond aux milieux littoraux rocheux. Il s'agit de réservoirs de biodiversité accueillant une faune et une flore remarquables.

Ces deux sous-trames sont particulièrement bien conservées et l'Homme y a une faible influence. Les espèces végétales et animales présentes peuvent y accomplir leur cycle de vie complet.

Les continuités écologiques terrestres correspondent à trois sous-trames distinctes : boisées, bocagères et humides.

- La sous-trame des milieux boisés est présente ponctuellement sur le site d'étude. Il s'agit de petits massifs qui sont reliés les uns aux autres par la sous-trame bocagère.
- La sous-trame bocagère comprend le réseau de haies et les parcelles de cultures/prairies associées. La partie ouest de la manche possède d'ailleurs l'une des densités bocagères (linéaire de haies par hectare) la plus importante du territoire métropolitain. Le bocage joue un rôle important dans la circulation des espèces et le maintien des équilibres entre celles-ci d'une part et joue un rôle hydraulique d'autre part : limite les inondations, assure la ressource en eau...
- La sous-trame humide, correspondant au fonds de vallées qui parcourent le site d'étude et servent de continuité écologique pour les espèces aquatiques (exemple des poissons amphihalins ou inféodés aux zones humides (mammifères semi-aquatiques...)).

Les continuités écologiques présentes aux abords du site de Flamanville font cependant l'objet de plusieurs ruptures. Ces ruptures sont les surfaces artificialisées des villes, villages et du site lui-même, mais également des routes.

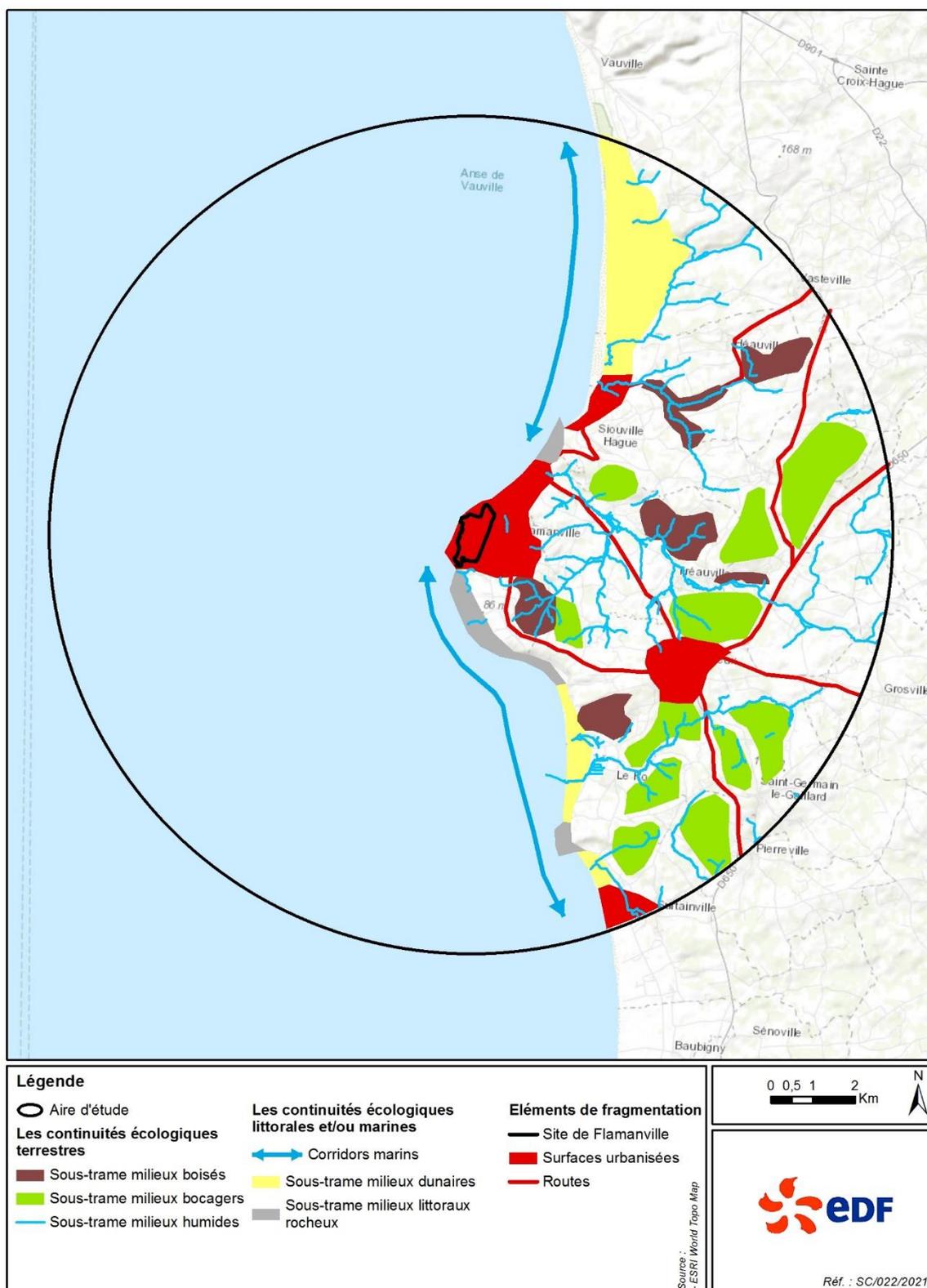


Figure 7.s : Synthèse des fonctionnalités écologiques dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville

7.2.6. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LA BIODIVERSITÉ

Espaces naturels remarquables :

Dans un rayon de 10 km autour du Projet, sont présents :

- Six sites Natura 2000 (Cf. [Figure 7.b](#)).
- Une réserve naturelle nationale et trois sites du conservatoire du littoral (Cf. [Figure 7.c](#)).
- Dix ZNIEFF de type 1 et deux ZNIEFF de type 2 (Cf. [Figure 7.d](#)).

Habitats naturels :

Les milieux naturels identifiés au sein de l'aire d'étude se répartissent sur le domaine marin et sur le domaine terrestre en parts égales (Cf. [Figure 7.e](#)). La partie terrestre est marquée par les milieux littoraux et le bocage du Cotentin. Les milieux naturels d'intérêt sont concentrés d'une part sur le littoral, où ils sont le support d'un nombre important d'espèces végétales et animales remarquables. Il s'agit ici des falaises littorales, landes, cordons de galets, dunes et autres milieux présents influencés par la proximité de la mer.

Dix-sept habitats naturels sont d'intérêt communautaire, dont deux sont prioritaires : les dunes grises de la Mer du Nord et de la Manche et les forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior*.

Flore :

Sur un total de plus de 650 espèces de plantes terrestres, semi-aquatiques et aquatiques connues au sein de l'aire d'étude, 71 espèces sont considérées comme remarquables (patrimoniales et/ou protégées). Le nombre d'espèces végétales remarquables est plus élevé sur le littoral que dans les terres. Ceci s'explique par la diversité et la valeur patrimoniale des habitats retrouvés sur cette bande littorale.

Vingt-quatre espèces invasives ont été recensées au niveau de l'aire d'étude. Les espèces invasives sont plus nombreuses sur les secteurs urbains et péri-urbains

Faune :

La partie marine de l'aire d'étude accueille plusieurs espèces de mammifères marins, dont des espèces régulières comme le Grand dauphin (*Tursiops truncatus*) et le Phoque gris (*Halichoerus grypus*). Le milieu marin est également une zone de passage importante pour de nombreux autres mammifères marins et pour les oiseaux marins et côtiers. La présence de poissons amphihalins, dont l'Anguille (*Anguilla anguilla*) et la truite de mer (*Salmo trutta*), souligne le continuum existant entre le milieu marin et les cours d'eau de l'aire d'étude. Ces cours d'eau présentent également un intérêt notable pour l'entomofaune, les mammifères semi-aquatiques et les chiroptères.

Concernant la faune terrestre, les enjeux forts sont associés aux habitats du littoral qui constitue l'enjeu de conservation principal avec d'une part les côtes rocheuses escarpées et d'autre part les milieux dunaires. Ces milieux abritent une avifaune, une herpétofaune et une entomofaune très spécifiques.

Les paysages bocagers de l'intérieur des terres présentent moins d'espèces remarquables mais la faune y est riche et diversifiée. Certaines espèces à fort enjeux comme les amphibiens se rencontrent également au niveau des zones humides présentes sur la partie continentale de l'aire d'étude.

Fonctionnalités écologiques :

Une continuité écologique principale est identifiée le long du littoral (Cf. [Figure 7.s](#)). D'autres continuités sont présentes le long des vallées. Plus à l'intérieur des terres, le bocage constitue une matrice fonctionnelle pour le déplacement des espèces.

ÉVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT EN L'ABSENCE DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET

La biodiversité de l'aire d'étude est soumise à différentes pressions, dont le cumul explique en partie les tendances évolutives des milieux et des espèces qui les fréquentent. Ces pressions qui peuvent contribuer à la perte de biodiversité, sont globalement équivalentes à celles connues à l'échelle nationale et sont rappelées dans le SRADDET de Normandie : « l'étalement urbain, l'artificialisation des sols, le retournement de prairies naturelles, la fragmentation du territoire et l'apparition ou l'expansion des espèces exotiques envahissantes, l'arrachage des haies et les pollutions diverses (eau, air, sol), auxquels risquent de s'ajouter les effets du changement climatique ».

L'aire d'étude fait l'objet de plusieurs zonages d'inventaires et de protection (Cf. [Paragraphe 7.2.1](#)). Indépendamment de la mise en œuvre du Projet, ces mesures doivent notamment permettre d'éviter la dégradation de la biodiversité par les pressions présentées précédemment.

Par ailleurs, plusieurs démarches relatives à la planification du territoire sont mises en œuvre sur le territoire et permettront d'intégrer la préservation des réseaux écologiques en déclinaison du SRADDET et du SRCE de Basse-Normandie. Les objectifs fixés devront notamment être pris en compte dans les documents d'urbanisme (Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) et Plan Local d'Urbanisme (PLU)).

Enfin, la multiplication des espèces exotiques peut représenter une menace pour l'évolution de nombreux habitats et espèces de l'aire d'étude.

Prise en compte des évolutions climatiques

L'analyse de l'évolution de l'environnement en l'absence de la mise en œuvre du Projet en prenant en compte le changement climatique reste très complexe au regard de l'étendue du sujet.

Les scénarios sont forcément incertains car le spectre d'évolution d'un milieu est très grand. Les études ont pour principal objectif de donner une orientation générale des principales possibilités existantes.

Au niveau national et mondial, le changement climatique constitue une des cinq grandes pressions identifiées comme responsable de la perte de biodiversité¹⁵.

Au niveau local, en dehors des phénomènes de déplacement vers le nord et de modification des périodes migratoires des espèces en lien avec la hausse des températures de l'air et de l'eau, l'impact du changement climatique sur les habitats et sur les espèces est encore peu documenté à ce jour.

Pour la région côtière, la mobilité du trait de côte, est un phénomène naturel, notamment dans les zones à fort hydrodynamisme, mais qui a tendance à être amplifié par le changement climatique (montée du niveau d'eau et phénomènes hydro-climatiques violents et plus fréquents¹⁶). Sur la zone du Nord et Ouest Cotentin, le trait de côte a tendance à reculer avec une érosion d'environ 0 à 3 mètres par an. L'érosion présente des conséquences importantes sur le milieu intertidal, directement affecté par une perte d'habitats ou des colmatages et étouffements. Le milieu subtidal peut lui aussi être affecté par l'érosion, notamment par la remise en suspension de sédiments qui induit une augmentation de la turbidité et des matières en suspension.

¹⁵ Rapport de l'IPBES (Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques), IPBES, 2019.

¹⁶ 5^{ème} rapport du GIEC (Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Evolution du Climat), IPCC, 2014.

7.3.

ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA BIODIVERSITÉ

7.3.1. IDENTIFICATION DES INCIDENCES POTENTIELLES SUR LA BIODIVERSITÉ

En préambule, est considéré comme un **effet direct**, une relation de cause à effet entre une composante du Projet et une espèce et un **effet indirect**, un effet sur une espèce découlant d'un effet sur son habitat d'espèce ou sur sa ressource alimentaire.

Est considéré comme un **effet permanent**, un effet irréversible à l'échelle de la durée des interactions du Projet avec l'environnement, ou qui se manifeste tout au long de cette durée. Un **effet temporaire** est un effet limité dans le temps.

7.3.1.1. INTERACTION DU PROJET AVEC LA BIODIVERSITÉ

Les interactions du Projet avec l'environnement sont de natures suivantes :

- rejets à l'atmosphère (radioactifs et chimiques) ;
- rejets liquides (thermiques, radioactifs et chimiques) ;
- prélèvements d'eau douce continentale ;
- prélèvements d'eau de mer ;
- opérations de dragage du canal d'amenée et rejets de sédiments en mer ;
- émissions sonores et vibratoires ;
- émissions lumineuses.

L'ensemble de ces interactions est décrit dans le [Chapitre 2](#).

7.3.1.2. ESPACES NATURELS REMARQUABLES POTENTIELLEMENT CONCERNÉS PAR LE PROJET

Les espaces pour lesquels les interactions du Projet avec l'environnement sont susceptibles d'avoir un effet sont l'ensemble des espaces naturels remarquables recensés au sein de l'aire d'étude du Projet définie au [Paragraphe 7.1.1](#) (Cf. [Figure 7.a](#)).

Sont concernés :

- Trois ZSC et une ZPS.
- Six ZNIEFF de type 1.
- Deux ZNIEFF de type 2.
- Deux sites du Conservatoire du littoral.

À noter que les zones classées au titre du réseau Natura 2000 font l'objet d'une étude d'évaluation des incidences présentée au [Chapitre 12](#). Elles ne sont donc pas reprises dans cette partie.

7.3.1.3. ESPÈCES POTENTIELLEMENT CONCERNÉES PAR LE PROJET

L'ensemble des espèces présentes ou potentiellement présentes dans l'aire d'étude (**espèces remarquables, exotique envahissantes et ordinaires**) est pris en compte dans cette analyse.

Le(s) statut(s) de protection des espèces protégées, ainsi que leur vulnérabilité sont précisés. Les incidences potentielles du Projet, de par leurs caractéristiques, concernent l'ensemble des espèces animales et végétales inféodées aux milieux terrestre et aquatique recensées sur l'aire d'étude. À noter également que sont exclues de cette liste les espèces dont l'absence dans l'aire d'étude est confirmée.

Le [Tableau 7.i](#) ci-après présente les incidences potentielles du Projet pour chacune des classes animales et végétales recensées sur l'aire d'étude du Projet.

Pour tous les compartiments étudiés, il est considéré sur la base du retour d'expérience que :

- les espèces effectuant uniquement une halte migratoire de courte durée sur les sites (oiseaux migrateurs par exemple) ne sont pas affectées par les interactions du Projet avec les milieux terrestres et aquatiques, leur temps de présence étant limité au niveau de l'aire d'étude ;
- l'impact indirect des rejets liquides sur les espèces dont la ressource alimentaire dépend du milieu aquatique est négligeable, de même que l'impact indirect des rejets l'atmosphère sur les espèces dont la ressource alimentaire dépend du milieu terrestre.

Tableau 7.i : Identification des incidences potentielles directes et indirectes du Projet pour les différentes classes d'espèces

Classe	Rejets à l'atmosphère (radioactifs et chimiques)	Émissions sonores et vibratoires	Émissions lumineuses	Rejets liquides chimiques, thermiques et radioactifs	Prélèvements d'eau en mer	Prélèvements d'eau douce continentale	Dragage et restitution des sédiments en mer
Espèces végétales	Impact direct potentiel*	Non	Impact direct potentiel*	Impact direct potentiel**	Impact direct potentiel**	Impact direct potentiel**	Impact direct potentiel**
Invertébrés	Impact direct potentiel*	Impact direct potentiel*	Impact direct potentiel*	Impact direct potentiel**	Impact direct potentiel**	Impact direct potentiel**	Impact direct potentiel**
Poissons	Non	Non	Non	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel
Amphibiens	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel	Non	Non	Impact direct potentiel	Non
Reptiles	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel**	Non	Non	Impact direct potentiel**
Mammifères	Impact direct potentiel*	Impact direct potentiel*	Impact direct potentiel*	Impact direct potentiel**	Non	Non	Impact direct potentiel**
Oiseaux	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel**	Non	Non	Non

* : uniquement si tout ou partie de leur cycle biologique est lié au milieu terrestre.

** : uniquement si tout ou partie du mode de vie est lié au milieu aquatique.

7.3.2. ÉLÉMENTS PRÉALABLES À L'ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR LES ESPACES NATURELS, LA FLORE, LA FAUNE ET LES FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES

Les interactions du Projet avec l'environnement sont rappelées au [Paragraphe 7.3.1.1](#) et sont décrites au [Chapitre 2](#).

L'analyse des incidences du site de Flamanville (réacteurs 1, 2 et 3) sur les composantes du milieu, en particulier sur l'air et les facteurs climatiques, sur les eaux de surface (maritimes et continentales) et sur la radioécologie, est respectivement détaillée dans les [Chapitres 3, 4 et 6](#).

Les paramètres descriptifs de ces composantes influencent les caractéristiques écologiques du milieu qui sont elles-mêmes déterminantes pour l'expression de la biodiversité à l'échelle de l'aire d'étude.

Ainsi, l'analyse des incidences du Projet sur ces composantes est à même d'apporter des éléments pour réaliser l'analyse des incidences du Projet sur les espaces naturels, sur la flore, la faune et les fonctionnalités écologiques. Cette analyse est reprise dans les paragraphes suivants ([Paragraphe 7.3.2.1](#) et [Paragraphe 7.3.2.2](#)).

7.3.2.1. INTERACTIONS DU PROJET AVEC LE MILIEU TERRESTRE

7.3.2.1.1. Rejets radioactifs à l'atmosphère

Comme présenté au [Paragraphe 2.4.3 du Chapitre 2](#), le Projet est à l'origine de rejets radioactifs à l'atmosphère (et liquides).

L'impact des rejets radioactifs à l'atmosphère (et liquides) sur l'environnement est évalué au [Paragraphe 6.2 du Chapitre 6](#) d'une part, au travers de l'évaluation rétrospective sur la base des mesures effectuées dans l'environnement autour du site de Flamanville et d'autre part grâce à une évaluation prospective du risque radiologique pour les écosystèmes terrestres (et aquatiques).

- De façon rétrospective, les rejets radioactifs effectués par les réacteurs 1 et 2 n'ont globalement pas modifié les caractéristiques radiologiques du milieu récepteur. La radioactivité présente dans les milieux terrestres (et aquatiques) du site de Flamanville est du même ordre de grandeur depuis l'état de référence initial et est majoritairement d'origine naturelle.
- De façon prospective, l'évaluation du risque environnemental associé aux limites des rejets d'effluents radioactifs atmosphériques (et liquides) dans le cadre du fonctionnement des trois réacteurs du site de Flamanville montre que celui-ci est négligeable selon la méthodologie ERICA.

Au vu de ces éléments, l'analyse du fonctionnement du site de Flamanville (réacteur 3 et les installations communes avec les réacteurs 1 et 2) ne met pas en évidence d'incidence négative notable sur l'état radiologique de l'environnement.

7.3.2.1.2. Rejets chimiques à l'atmosphère

Comme présenté au [Paragraphe 2.4.4 du Chapitre 2](#), le Projet est à l'origine de rejets chimiques à l'atmosphère.

Les rejets chimiques à l'atmosphère sont principalement constitués de gaz d'échappement (oxyde de soufre et d'azote) des groupes électrogènes de secours pendant les essais périodiques, des émanations de formol et de monoxyde de carbone des calorifuges neufs et des rejets d'ammoniac lors des phases de redémarrages de réacteur.

L'analyse des incidences de ces rejets chimiques à l'atmosphère sur l'air et le climat, est étudiée au [Paragraphe 3.2 du Chapitre 3](#).

L'ensemble des éléments présentés dans le [Chapitre 3](#) permet d'affirmer que les rejets chimiques à l'atmosphère associés à l'exploitation du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) n'ont pas d'incidence notable sur la qualité de l'air et le climat.

7.3.2.1.3. Émissions sonores et vibratoires

Comme présenté au [Paragraphe 2.4.7 du Chapitre 2](#), les émissions sonores du site de Flamanville et donc du Projet doivent se conformer à la réglementation. Le niveau sonore du site de Flamanville ne sera pas modifié par le Projet. De même, comme présenté au [Paragraphe 2.4.7 du Chapitre 2](#), le Projet est susceptible de générer des vibrations liées à ses activités industrielles (machines tournantes, engins de chantier, transports...). Celles-ci sont ressenties à l'intérieur du site et des installations et ne le sont pas à l'extérieur sur le site du fait de la conception des bâtiments et de la constitution des sols.

7.3.2.1.4. Émissions lumineuses

Comme présenté au [Paragraphe 2.4.9 du Chapitre 2](#), l'éclairage utilisé a pour objectif de permettre le travail en toute sécurité, de faciliter la circulation sur le site, de permettre la surveillance du site contre les actes de malveillance et de signaler le point haut des installations à la circulation aérienne.

Les émissions lumineuses sont limitées au minimum nécessaire à la sécurité du site. Les projecteurs sont majoritairement orientés vers le sol. L'implantation en pieds de falaise du site de Flamanville permet de réduire l'impact lumineux du site à proximité immédiate de celui-ci.

7.3.2.2. INTERACTIONS DU PROJET AVEC LE MILIEU AQUATIQUE

7.3.2.2.1. Prélèvements d'eau de mer

Comme présenté au [Paragraphe 2.4.1.1 du Chapitre 2](#), des prélèvements de l'eau dans le milieu marin sont réalisés pour l'alimentation des circuits de réfrigération des chaudières nucléaires du site de Flamanville (réacteurs 1, 2 et 3), et pour l'alimentation en eau déminéralisée du circuit primaire, du circuit secondaire et du circuit incendie du Projet.

L'évaluation de l'incidence des prélèvements d'eau en mer sur l'hydrologie est présentée au [Paragraphe 4.2.1 du Chapitre 4](#).

L'analyse montre que les prélèvements d'eau en mer du site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) sont restitués en intégralité dans le milieu, et n'ont pas d'incidence sur les écoulements.

7.3.2.2.2. Prélèvements d'eau douce continentale

Comme présenté au [Paragraphe 2.4.1.2 du Chapitre 2](#), le site de Flamanville prélève de l'eau douce continentale pour ses besoins de production d'eau déminéralisée. Les prélèvements sont réalisés dans les trois rivières côtières que sont le Petit Douet, le Grand Douet et la Diélette.

Les débits de pompage dans ces trois rivières côtières et les limites de prélèvements respectifs sont précisés au [Paragraphe 2.4.1.5 du Chapitre 2](#). Le Projet ne modifie par les modes de prélèvement d'eau douce continentale dans ces trois rivières.

L'évaluation de l'incidence des prélèvements d'eau douce continentale sur l'hydrologie est présentée au [Paragraphe 4.2.1 du Chapitre 4](#).

L'analyse montre que les prélèvements d'eau douce effectués dans les trois cours d'eau côtiers par le site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) sont réalisés en respectant les débits réservés, afin de permettre de garantir un débit minimum biologique, et maintenir la circulation et la reproduction des espèces dans ces trois cours d'eau concernés. Les aménagements liés aux prélèvements d'eau sont déjà existants et suffisamment dimensionnés pour l'ensemble des trois réacteurs. Les ouvrages associés à ces prises d'eau (deux seuils gonflables gonflés uniquement une partie de l'année à proximité des prises d'eau du Petit Douet et de la Diélette, et seuil de moins de 20 cm à l'aval de la prise d'eau du Grand Douet) ne sont pas référencés dans le ROE (Référentiel national des Obstacles à l'Écoulement).

7.3.2.2.3. Rejets thermiques liquides

Comme présenté au [Paragraphe 2.4.2 du Chapitre 2](#), le site de Flamanville prélève de l'eau en mer pour le refroidissement des condenseurs. Les eaux de refroidissement prélevées « froides » sont intégralement rejetées à la mer après circulation dans le condenseur où elles se sont échauffées.

L'évaluation de l'incidence des rejets liquides thermiques en mer est présentée au [Paragraphe 4.2.2 du Chapitre 4](#).

L'analyse montre que l'incidence sur les eaux de surface des rejets thermiques du site de Flamanville (rejets dus à l'exploitation du réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) reste localisée au regard de la masse d'eau réceptrice, du fait de la position des rejets au large et de la forte capacité de dilution dans cette zone, liée aux courants de marée de la Manche. En effet, du fait du déplacement permanent du panache et de sa variabilité spatiale suivant les coefficients de marée, les zones soumises aux rejets thermiques ne sont pas exposées en permanence. L'incidence des rejets thermiques concerne principalement la surface, les zones plus profondes n'étant pas impactées de manière notable.

7.3.2.2.4. Rejets radioactifs liquides

Comme présenté au [Paragraphe 2.4.3 du Chapitre 2](#), le Projet est à l'origine de rejets radioactifs liquides (et à l'atmosphère).

L'impact des rejets radioactifs liquides (et à l'atmosphère) sur l'environnement est évalué au [Paragraphe 6.2 du Chapitre 6](#), d'une part, au travers de l'évaluation rétrospective sur la base des mesures effectuées dans l'environnement autour du site de Flamanville et d'autre part grâce à une évaluation prospective du risque radiologique pour les écosystèmes aquatiques (et terrestres).

- De façon rétrospective, les rejets radioactifs effectués par les réacteurs 1 et 2 n'ont globalement pas modifié les caractéristiques radiologiques du milieu récepteur. La radioactivité présente dans les milieux aquatiques (et terrestres) du site de Flamanville est du même ordre de grandeur depuis l'état de référence initial et est majoritairement d'origine naturelle.

- De façon prospective, l'évaluation du risque environnemental associé aux limites des rejets d'effluents radioactifs liquides (et atmosphériques) dans le cadre du fonctionnement des trois réacteurs du site de Flamanville montre que celui-ci est négligeable selon la méthodologie ERICA.

Au vu de ces éléments, l'analyse du fonctionnement du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) ne met pas en évidence d'incidence négative notable sur l'état radiologique de l'environnement.

7.3.2.2.5. Rejets chimiques liquides

Comme présenté au [Paragraphe 2.4.4 du Chapitre 2](#), le Projet est à l'origine de rejets chimiques liquides.

L'évaluation de l'incidence des rejets chimiques liquides en mer est présentée au [Paragraphe 4.2.2 du Chapitre 4](#).

L'évaluation des incidences des rejets chimiques liquides du site de Flamanville sur la qualité des eaux de surface repose sur :

- Une évaluation rétrospective de l'incidence des rejets chimiques liquides à partir des données issues de la surveillance chimique et hydroécologique du site de Flamanville sur la période [2010-2019]. Cette analyse sert de base pour évaluer l'incidence des rejets des substances du site de Flamanville (évolutive avec l'ajout du réacteur 3).
- Une évaluation prospective de l'évaluation quantitative substance par substance de l'incidence des rejets chimiques liquides du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées des réacteurs 1 et 2).

L'évaluation rétrospective de l'ensemble des mesures réalisées dans l'environnement du site de Flamanville sur la chimie, la physico-chimie et les différents compartiments biologiques ne met pas en évidence d'incidence notable sur les écosystèmes marins concernés par le fonctionnement du site de Flamanville.

L'évaluation substance par substance de l'impact des rejets chimiques liquides en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'impact environnemental sur les écosystèmes marins du site de Flamanville.

Au vu de ces éléments, l'analyse des rejets chimiques liquides ne met pas en évidence d'impact environnemental notable sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

7.3.2.2.6. Opérations de dragage et de restitution des sédiments

Comme présenté au [Paragraphe 2.4.5 du Chapitre 2](#), le site de Flamanville connaît, depuis sa mise en service, un ensablement de son canal d'amenée principal qui nécessite le dragage des sédiments afin d'assurer en permanence la disponibilité de la source froide.

Des levés bathymétriques sont effectués deux fois par an afin de surveiller l'évolution des fonds et de programmer les opérations de dragage des sédiments accumulés.

Deux solutions sont utilisées pour le retrait des sédiments présents dans le canal d'amenée du site :

- utilisation d'une drague aspiratrice et rejet en mer des sédiments par les bassins de rejet des réacteurs 1, 2 et 3 via les canalisations sous-marines ;
- dragage hydraulique ou mécanique et évacuation en mer des sédiments par transport maritime vers les sites d'immersion (clapage en mer).

Deux sites d'immersion des sédiments sont prédéfinis (deux zones situées au large à l'ouest du site de Flamanville identifiés par les deux cercles sur la [Figure 7.a](#)).

Une étude de faisabilité pour l'immersion en mer des déblais de dragage du canal d'amenée de Flamanville a été réalisée en mars 2006. Les critères ayant présidé au choix des sites potentiels d'immersion sont notamment la fraction majoritaire des couvertures sédimentaires en place, l'éloignement aux zones sensibles d'un point de vue écologique et économiques (pas de site Natura 2000 présent, zones de pêche éloignées), et la distance au point d'extraction.

L'analyse des incidences des sédiments rejetés par les bassins de rejet et des clapages en mer sur la morpho-sédimentologie, sur la nature des fonds et sur le milieu marin, est étudiée au [Paragraphe 4.2.4 du Chapitre 4](#).

Concernant la qualité des sédiments, des analyses granulométriques et chimiques et physico-chimiques ont été réalisées en 2018 sur les sédiments du canal d'amenée. L'analyse montre qu'il n'est pas attendu d'impact des sédiments rejetés par les bassins de rejets ou clapés issus du canal d'amenée du site de Flamanville sur la qualité des eaux marines. L'analyse montre également qu'il y aura adéquation entre les sédiments dragués et la nature des fonds où les sédiments seront clapés. L'analyse montre qu'il n'est pas attendu d'impact à moyen et long terme sur la nature des fonds, la qualité des eaux marines et la biologie marine. Un impact localisé sur les zones de dépôt des sédiments est possible, mais se limitera à une période et à une zone restreintes.

De fait, il n'est pas attendu d'impact des opérations de dragage et de restitution des sédiments dans le milieu, quelle que soit la solution retenue pour le rejet des sédiments issus du dragage du canal d'amenée (bassins de rejet ou clapage en mer).

Une surveillance de la granulométrie et de la composition physico-chimique du sédiment est également effectuée en amont de toutes les opérations de dragage (Cf. prescription [EDF-FLA-188] de la décision ASN n° 2018-DC-0640). Ce contrôle vise à s'assurer que les rejets ne se sont pas de nature à impacter la faune et la flore. De même, un suivi des zones de clapage est effectué après chaque opération de clapage en mer.

7.3.3. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES ESPACES NATURELS REMARQUABLES

Pour rappel, les zones classées au titre du réseau Natura 2000 font l'objet d'une étude d'évaluation des incidences présentée au [Chapitre 12](#). Elles ne sont donc pas étudiées dans cette partie.

Les espaces naturels remarquables identifiés au sein de l'aire d'étude sont potentiellement concernés par :

- les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère ;
- les rejets liquides chimiques, thermiques et radioactifs ;
- les prélèvements d'eau de mer ;
- les prélèvements d'eau douce continentale ;
- la restitution de sédiments ;
- les émissions lumineuses.

Comme présenté dans les [Paragraphe 7.3.2.1](#) et [Paragraphe 7.3.2.2](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) sur l'air et les facteurs climatiques, sur l'environnement aquatique, ni sur l'état radiologique de l'environnement.

Ainsi, les caractéristiques écologiques du milieu, qui déterminent la richesse écologique des espaces naturels étudiés ne sont pas remises en cause par le site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés).

Au vu de ces éléments, l'analyse ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les espaces naturels remarquables recensés dans l'aire d'étude.

7.3.4. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA VÉGÉTATION

7.3.4.1. VÉGÉTATION AQUATIQUE ET SEMI-AQUATIQUE

La végétation aquatique et semi-aquatique est potentiellement concernées par :

- les rejets liquides chimiques, thermiques et radioactifs ;
- les prélèvements d'eau de mer ;
- les prélèvements d'eau douce continentale ;
- les opérations de dragage et de restitution de sédiments.

Comme présenté dans les [Paragraphe 7.3.2.1](#) et [Paragraphe 7.3.2.2](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) sur l'environnement aquatique marin et continental.

Concernant les prélèvements d'eau de mer, des observations réalisées au niveau des stations de pompage des réacteurs 1 et 2 ont permis d'identifier que lors des tempêtes, ce sont plutôt des débris d'algues qui sont aspirées après avoir été transportées par les vents violents et la houle.

Concernant les opérations de dragage, le canal d'aménagé est considéré comme un milieu anthropisé peu biogène. La flore aquatique y est peu présente en raison de la fréquence des opérations de dragage. Les opérations de dragage réalisées dans le canal sont donc considérées comme sans incidence notable sur la flore aquatique.

De ce fait, les paramètres du milieu aquatique qui déterminent les caractéristiques écologiques des milieux de vie des espèces végétales aquatiques étudiées ne sont pas remis en cause par le site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés).

Au vu de ces éléments, l'analyse ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur la végétation aquatique et semi-aquatique recensée dans l'aire d'étude.

7.3.4.2. VÉGÉTATION TERRESTRE

Les espèces végétales terrestres et semi-aquatiques, sont potentiellement concernées par :

- les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère ;
- les émissions lumineuses.

Comme présenté dans le [Paragraphe 7.3.2.1](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) sur l'air et les facteurs climatiques, sur les milieux avoisinants le site, ni sur l'état radiologique de l'environnement.

De ce fait, les caractéristiques écologiques du milieu, qui déterminent les milieux de vie des espèces floristiques présentes au niveau de l'aire d'étude, ne sont pas remises en cause par le site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés).

L'analyse ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les espèces végétales terrestres, ce dernier ne remettant pas en cause le bon accomplissement du cycle biologique des espèces végétales recensées dans l'aire d'étude.

7.3.5. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA FAUNE

7.3.5.1. INVERTÉBRÉS

Les invertébrés sont potentiellement concernés par :

- les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère (pour les espèces dont tout ou partie de leur mode de vie est lié au milieu terrestre) ;
- les prélèvements d'eau en mer et d'eau douce (pour les espèces dont tout ou partie de leur mode de vie est lié au milieu aquatique) ;
- les rejets radioactifs, chimiques et thermiques liquides (pour les espèces dont tout ou partie de leur mode de vie est lié au milieu aquatique) ;
- les opérations de dragage et de restitution des sédiments (pour les espèces dont tout ou partie de leur mode de vie est lié au milieu marin) ;
- les émissions lumineuses, sonores et vibratoires (pour les espèces dont tout ou partie de leur mode de vie est lié au milieu terrestre).

Comme présenté dans les [Paragraphe 7.3.2.1](#) et [Paragraphe 7.3.2.2](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) sur l'air et les facteurs climatiques, sur l'environnement aquatique, sur les milieux avoisinants le site, ni sur l'état radiologique de l'environnement.

De ce fait, les paramètres du milieu atmosphérique et aquatique qui déterminent les caractéristiques écologiques des milieux de vie des invertébrés étudiés ne sont pas remis en cause par le site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés).

Concernant les prélèvements d'eau de mer, des observations réalisées au niveau des stations de pompage des réacteurs 1 et 2 ont permis d'identifier que :

- lors des grandes marées, du fait de l'augmentation importante des courants d'aspiration, on constate une aspiration d'organismes sédentaires de petite taille tels que des crustacés amphipodes (gammars), des crustacés décapodes (crevettes, juvéniles de crabes...);
- lors des périodes de migration ou de déplacement, on constate épisodiquement l'aspiration d'espèces à capacité de nage restreinte comme des mollusques en période nocturne (Seiche (*Sepia officinalis*)), des crustacés en période de fort marnage (Araignée de mer (*Maia brachydactyla* Balss)), et des cnidaires en période estivale (Méduses (*Aurelia aurita*), (*Rhizostoma pulmo*)).

Ainsi, l'aspiration dépend de phénomènes physiques, météorologiques et/ou biologiques.

Les prises d'eau sont également équipées de grilles (espacement de 50 mm entre les barreaux) permettant de limiter l'aspiration d'organismes et de débris.

Concernant les prélèvements d'eau douce, les prises d'eau sont positionnées dans des canaux d'amenée. Ces canaux sont orientés perpendiculairement aux cours d'eau et sont constitués de chicanes permettant de limiter l'accumulation de débris, de sédiments grossiers et l'introduction d'organismes dans les canaux. Les prises d'eau sont également équipées de grilles permettant de limiter l'aspiration d'organismes et de débris.

Concernant les opérations de dragage, le canal d'amené est considéré comme un milieu anthropisé peu biogène. La faune est présente de manière limitée en quantité dans le canal en fonction des épisodes hydroclimatiques. Les opérations de dragage réalisées dans le canal sont donc considérées comme sans incidence notable sur les invertébrés.

Concernant le clapage des sédiments comme précisé au [Paragraphe 7.3.2.2.6](#), le clapage des sédiments aura un impact localisé sur les zones de dépôt des sédiments possible mais se limitera à une période et à une zone restreinte. L'impact sur les invertébrés des opérations de clapages est donc limité à une période et une zone restreinte.

En l'état actuel des connaissances, l'analyse ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les populations d'invertébrés terrestres et inféodés au milieu aquatique (marin et continental) recensés dans l'aire d'étude.

7.3.5.2. POISSONS

Les poissons sont potentiellement concernés par :

- les prélèvements d'eau douce continentale ;
- les prélèvements d'eau de mer ;
- les rejets radioactifs, chimiques et thermiques liquides ;
- les opérations de dragage et la restitution de sédiments.

Comme présenté dans le [Paragraphe 7.3.2.2](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) sur l'environnement aquatique marin et continental.

De ce fait, les paramètres du milieu aquatique, qui déterminent les caractéristiques écologiques des milieux de vie des poissons étudiés, ne sont pas remis en cause par le site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés).

Concernant les prélèvements d'eau de mer, des observations réalisées au niveau des stations de pompage des réacteurs 1 et 2 ont permis d'identifier que :

- lors des grandes marées, du fait de l'augmentation importante des courants d'aspiration, on constate un entraînement d'organismes sédentaires de petite taille tels que des poissons de fond (blennies, gobies...) ;
- lors des périodes de migration ou de déplacement, on constate épisodiquement l'entraînement d'espèces à capacité de nage restreinte comme des poissons au printemps (*Cyclopterus lumpus*).

Ainsi, l'aspiration dépend de phénomènes physiques, météorologiques et/ou biologiques.

Les prises d'eau sont également équipées de grilles (espacement de 50 mm entre les barreaux) permettant de limiter l'aspiration d'organismes et de débris.

Concernant les prélèvements d'eau douce, les prises d'eau sont positionnées dans des canaux d'amenée. Ces canaux sont orientés perpendiculairement aux cours d'eau et sont constitués de chicanes permettant de limiter l'accumulation de débris, de sédiments grossiers et l'introduction d'organismes dans les canaux. Les prises d'eau sont également équipées de grilles permettant de limiter l'aspiration d'organismes et de débris.

Concernant les opérations de dragage, le canal d'amené est considéré comme un milieu anthropisé peu biogène. La faune est présente de manière limitée en quantité dans le canal en fonction des épisodes hydroclimatiques. Les opérations de dragage réalisées dans le canal sont donc considérées comme sans incidence notable sur les poissons.

Aussi, en l'état actuel des connaissances, l'analyse ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les populations de poissons recensés dans l'aire d'étude.

7.3.5.3. AMPHIBIENS

Les amphibiens sont potentiellement concernés par :

- les prélèvements d'eau douce continentale ;
- les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère ;
- les émissions lumineuses, sonores et vibratoires.

Comme présenté dans les [Paragraphe 7.3.2.1](#) et [Paragraphe 7.3.2.2](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) sur l'air et les facteurs climatiques, sur les eaux de surface continentales, sur les milieux avoisinants le site, ni sur l'état radiologique de l'environnement.

De ce fait, les paramètres du milieu atmosphérique et aquatique qui déterminent les caractéristiques écologiques des milieux de vie des amphibiens étudiés ne sont pas remis en cause par le site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés).

Concernant les prélèvements d'eau douce, les prises d'eau sont positionnées dans des canaux d'amenée. Ces canaux sont orientés perpendiculairement aux cours d'eau et sont constitués de chicanes permettant de limiter l'accumulation de débris, de sédiments grossiers et l'introduction

d'organismes dans les canaux. Les prises d'eau sont également équipées de grilles permettant de limiter l'aspiration d'organismes et de débris.

En l'état actuel des connaissances, l'analyse ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les populations d'amphibiens recensés dans l'aire d'étude, le site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) ne remettant pas en cause le bon accomplissement du cycle biologique des espèces présentes sur ce secteur.

7.3.5.4. REPTILES

Les reptiles sont potentiellement concernés par :

- les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère ;
- les rejets thermiques, chimiques et radioactifs liquides (pour les Tortues marines) ;
- la restitution des sédiments (pour les Tortues marines) ;
- les émissions lumineuses, sonores et vibratoires.

Comme présenté dans les [Paragraphe 7.3.2.1](#) et [Paragraphe 7.3.2.2](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) sur l'air et les facteurs climatiques, sur le milieu aquatique, sur les milieux avoisinants le site, ni sur l'état radiologique de l'environnement.

Ainsi, les caractéristiques écologiques du milieu, qui déterminent les milieux de vie des espèces de reptiles présentes au niveau de l'aire d'étude, ne sont pas remises en cause par le site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés).

L'analyse ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les espèces de reptiles recensées dans l'aire d'étude, ce dernier ne remettant pas en cause le bon accomplissement du cycle biologique des espèces présentes sur ce secteur.

7.3.5.5. MAMMIFÈRES

Les mammifères sont potentiellement concernés par :

- les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère (pour les mammifères terrestres) ;
- les rejets radioactifs, chimiques et thermiques liquides (pour les mammifères marins) ;
- la restitution de sédiments (pour les mammifères marins) ;
- les émissions lumineuses, sonores et vibratoires (pour les mammifères terrestres).

Comme présenté dans les [Paragraphe 7.3.2.1](#) et [Paragraphe 7.3.2.2](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) sur l'air et les facteurs climatiques, sur les eaux de surface (maritimes et continentales), sur les milieux avoisinants le site, ni sur l'état radiologique de l'environnement.

Ainsi, les caractéristiques écologiques du milieu, qui déterminent les milieux de vie des espèces de mammifères présentes au niveau de l'aire d'étude, ne sont pas remises en cause par le site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés).

L'analyse ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les espèces de mammifère recensées dans l'aire d'étude, ce dernier ne remettant pas en cause le bon accomplissement du cycle biologique des espèces présentes sur ce secteur.

7.3.5.6. OISEAUX

Les oiseaux sont potentiellement concernés par :

- les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère ;
- les rejets thermiques, chimiques et radioactifs liquides (pour les oiseaux marins et côtiers) ;
- les émissions lumineuses, sonores et vibratoires.

Comme présenté dans les [Paragraphe 7.3.2.1](#) et [Paragraphe 7.3.2.2](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable des rejets liquides chimiques, thermiques et radioactifs, des rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère et des émissions sonores, vibratoires et lumineuses du site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) sur l'air et les facteurs climatiques, sur le milieu aquatique, sur les milieux avoisinants le site, ni sur l'état radiologique de l'environnement.

Ainsi, les caractéristiques écologiques du milieu, qui déterminent les milieux de vie des espèces d'oiseaux présentes au niveau de l'aire d'étude, ne sont pas remises en cause par le site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés).

L'analyse ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les espèces d'oiseaux continentaux et inféodés aux milieux aquatiques (marin et continental) recensées dans l'aire d'étude, ce dernier ne remettant pas en cause le bon accomplissement du cycle biologique des espèces présentes sur ce secteur.

7.3.6. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES

L'analyse du scénario de référence a permis d'analyser les fonctionnalités écologiques au niveau de l'aire d'étude.

À cette échelle, plusieurs entités présentent un intérêt écologique avéré, comme le littoral et certains milieux terrestres.

Le site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) n'est pas de nature à perturber les continuités écologiques de l'aire d'étude.

Au sein de l'aire d'étude, l'analyse ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les fonctionnalités écologiques.

7.4. SURVEILLANCE

La surveillance des milieux est décrite dans le [Chapitre 3](#) pour la surveillance atmosphérique et de la qualité de l'air, dans le [Chapitre 4](#) pour la surveillance hydroécologique, et dans le [Chapitre 6](#) pour la surveillance radioécologique de l'environnement.

Concernant les opérations de dragage et de rejet des sédiments, une surveillance préalable de la qualité des sédiments est réalisée pour vérifier le respect des seuils réglementaires avant rejet dans le milieu naturel. La qualité des sédiments est évaluée sur la base des analyses de paramètres granulométriques et physico-chimiques. Les substances polluantes recherchées sont en adéquation avec la réglementation en vigueur et sont par exemple les suivantes : les métaux (aluminium, arsenic, cadmium, chrome, cuivre, fer, mercure, nickel, plomb, zinc), les PCB (PolyChloroBiphényles) et les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques).

7.5. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

L'analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents, à court, moyen et long terme du Projet ne met pas en évidence d'incidence significative sur les espaces naturels remarquables, les habitats, la faune, la flore et les fonctionnalités écologiques de l'aire d'étude.

Aucune mesure spécifique d'évitement, de réduction ou de compensation à la biodiversité n'est donc mise en œuvre pour le Projet.

Des mesures génériques sont mises en œuvre pour le Projet. Elles sont présentées dans les [Chapitres 3, 4, 5, 6 et 8](#). Ces mesures participent directement ou indirectement à limiter l'influence sur la biodiversité. Ces mesures sont associées aux prélèvements d'eau, aux rejets atmosphériques, aux rejets liquides, aux émissions sonores et vibratoires et aux émissions lumineuses.

Certaines mesures plus spécifiques sont énoncées dans le [Tableau 7.j](#) suivant.

Tableau 7.j : Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts pour les rejets chimiques et radioactifs et les émissions sonores et vibratoires

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Émissions sonores, vibratoires et lumineuses	L'implantation du site en pied de falaise permet de limiter les propagations sonores, vibratoires et lumineuses dans l'environnement.	Réduction	Coût intégré à la conception du site
	La majorité des sources d'éclairage sont dirigées vers le sol de manière à limiter les émissions lumineuses à l'extérieur du site.	Réduction	Coût intégré à la conception du site
	Dès la conception, EDF se fixe des critères acoustiques de manière à ne pas nuire au voisinage. Les performances acoustiques des équipements sont donc un critère pris en compte dès la conception.	Évitement, Réduction	Coût intégré à la conception du site
	La majeure partie des sources sonores et vibratoires est située à l'intérieur des bâtiments, ce qui limite très fortement l'impact acoustique et vibratoire à l'extérieur du site.	Évitement, Réduction	Coût intégré à la conception du site
Prélèvements d'eau douce	Les prises d'eau sont positionnées dans des canaux d'amenée. Ces canaux sont orientés perpendiculairement aux cours d'eau et sont constitués de chicanes permettant de limiter l'accumulation de débris, de sédiments grossiers et l'introduction d'organismes dans les canaux. Les prises d'eau sont également équipées de grilles permettant de limiter l'aspiration d'organismes et de débris.	Évitement, Réduction	Coût intégré à la conception du site

Ces différentes mesures ont été prises en compte lors de l'analyse à court, moyen et long terme des incidences négatives et positives, directes et indirectes, temporaires et permanentes sur l'air et les facteurs climatiques, les eaux de surface, les sols et sous-sols, sur l'environnement radiologique, menée dans les [Chapitres 3, 4, 5, 6 et 8](#). Cette analyse ne met pas en évidence d'incidences négatives notables sur l'environnement, si bien qu'il n'est pas proposé de mesures supplémentaires d'évitement, de réduction ou bien compensatoires.

7.6.

DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES

L'analyse des incidences du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées des réacteurs 1 et 2) sur la biodiversité repose sur l'étude des espaces naturels, des habitats, de la faune, de la flore et des fonctionnalités écologiques présents au niveau de l'aire d'étude (études bibliographiques et inventaires de terrain présentés dans le [Paragraphe°7.2](#)), ainsi que sur l'analyse de l'effet de chaque interaction du site de Flamanville avec les espaces naturels, les habitats, la faune, la flore et les fonctionnalités écologiques.

L'ensemble des données bibliographiques et des inventaires de terrains permet de garantir la complétude des informations relatives aux espaces naturels, aux habitats, à la faune, à la flore et aux fonctionnalités écologiques présents au niveau de l'aire d'étude.

Les études sur la biodiversité commanditées par EDF s'appuient sur les éléments suivants :

- THEMA Environnement, 2020. Description du contexte écologique autour du CNPE de Flamanville :

Cette étude a pour objet d'avoir une vision globale des éléments de paysage, de l'occupation du sol, des espaces naturels remarquables et des fonctionnalités écologiques présents à proximité du site de Flamanville. Cette étude repose sur des éléments bibliographiques, complétés par des investigations de terrain. Cette étude est réalisée sur un périmètre de 10 kilomètres autour du site de Flamanville.

Les communes concernées en tout ou partie par cette aire d'étude sont les suivantes : Flamanville, Tréauville, Les Pieux, Siouville-Hague, Helleville, Benoîtville, Grosville, Saint-Germain-le-Gaillard, Le Rozel, Surtainville, Pierreville, Sotteville, Bricquebosq, Saint-Christophe-du-Foc, Teurthéville-Hague, Héauville et La Hague. À propos de la commune nouvelle de La Hague, trois communes déléguées sont concernées : Vasteville, Biville et Vauville.

- THEMA Environnement, 2020. État initial faune-flore-habitats autour du CNPE de Flamanville :

La présente étude a pour objet la réalisation d'un diagnostic écologique autour du site de Flamanville, intégrant des éléments sur les habitats naturels, la faune et la flore caractéristiques des milieux ainsi que les enjeux écologiques. Cette prestation est réalisée sur un périmètre terrestre de 7 kilomètres autour du site de Flamanville, et un périmètre un peu plus étendu au sud pour la partie marine. Cette aire d'étude correspond à la zone d'influence potentielle du site de Flamanville sur les milieux terrestres et marins. Elle représente une superficie totale de l'ordre de 150 km² (15 000 ha). Les communes concernées par l'aire d'étude sont les suivantes : Flamanville, Tréauville, Siouville-Hague, Héauville, La Hague, Benoîtville, Helleville, Les Pieux, Le Rozel et Saint-Germain-le-Gaillard de manière très marginale.

Cette étude repose dans un premier temps sur des éléments bibliographiques ainsi que sur des études antérieures commanditées par EDF :

- EGIS, 2013. Description des habitats naturels et évaluation des enjeux – Site de Flamanville.
- EGIS, 2012. Description de la biologie terrestre aux environs du CNPE de Flamanville.

- THEMA Environnement, 2012. CNPE de Flamanville (50) – Refonte des clôtures de protection. Expertise faune / flore / milieux naturels.
- THEMA Environnement, 2008. Site de Flamanville - Étude d'impact avifaunistique.

Autres études et autres sources d'information :

- AFB, 2020 – Sites Natura 2000 en mer - « Banc et récifs de de Surtainville » et « Anse de Vauville° », Parties 1 et 2.
- Les documents relatifs au Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) – Trame Verte et Bleue (TVB) de Normandie.
- Le Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) de la région Normandie (approuvé le 02/07/2020).
- Le PLAN de GEstion des POissons Migrateurs (PLAGEPOMI) du bassin Seine-Normandie 2016-2021 et le Plan Anguille (et sa déclinaison locale sur le bassin Seine-Normandie).
- Le site web de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) : synthèse des données communales.
- La transmission de données par le Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB).
- L'atlas en ligne de la Société Herpétologique de France (SHF).
- ODIN, la plateforme régionale du Système d'Information Nature et Paysage (SINP) de Normandie.
- La base faune-normandie.org.
- L'Observatoire National des Mammifères, portail de la SFEPM et ses adhérents / observatoire-mammiferes.fr.
- La liste des espèces végétales invasives en région Normandie Conservatoires botaniques nationaux de Brest et de Bailleul actualisée en 2019 (DOUVILLE & WAYMEL, 2019).
- Les rapports du Groupe d'Etude des Cétacés du Cotentin (GECC) et les données d'échouages de l'Observatoire PELAGIS (Unité Mixte de Service 3462).
- LOUIS M., 2014. Structures sociale, écologique et génétique du grand dauphin, Tursiops truncatus, dans le golfe Normand-Breton et dans l'Atlantique Nord-Est. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université de la Rochelle.

7.7. CONCLUSION

Sur l'aire d'étude, compte-tenu des éléments présentés dans les paragraphes précédents, **l'analyse ne met pas en évidence d'incidence notable du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les espaces naturels remarquables, les habitats, la faune, la flore et les fonctionnalités écologiques.**

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 8 -

Population et santé humaine

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 8.....	7
8.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE.....	8
8.1.1. POPULATION	8
8.1.2. COMMODITÉS DE VOISINAGE.....	21
8.1.3. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LA POPULATION.....	23
8.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA POPULATION ET LA SANTÉ HUMAINE	24
8.2.1. ÉVALUATION DE L'IMPACT DOSIMÉTRIQUE À L'HOMME.....	24
8.2.2. ÉVALUATION DU RISQUE SANITAIRE DES REJETS CHIMIQUES	36
8.2.3. ÉVALUATION DE L'IMPACT SONORE ET VIBRATOIRE.....	54
8.2.4. ÉVALUATION DE L'IMPACT DES ÉMISSIONS LUMINEUSES	55
8.3. SURVEILLANCE	56
8.3.1. SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE	56
8.3.2. SURVEILLANCE CHIMIQUE	56
8.4. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES	56
8.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES.....	59
8.5.1. ÉVALUATION DE L'IMPACT DOSIMÉTRIQUE À L'HOMME DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS	59
8.5.2. ÉVALUATION DE L'EXPOSITION EXTERNE DU PUBLIC AUX RAYONNEMENTS IONISANTS PAR IRRADIATION DIRECTE	60
8.5.3. ANALYSE DES MÉTHODES D'ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LA SANTÉ DES REJETS CHIMIQUES LIQUIDES	61
8.5.4. ANALYSE DES MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'INCIDENCE SUR LA SANTÉ DES REJETS CHIMIQUES À L'ATMOSPHÈRE	63
8.5.5. IMPACT SONORE ET VIBRATOIRE	64

8.6. CONCLUSION 64

TABLEAUX

Tableau 8.a :	Niveaux de bruit mesurés en limite d'établissement et en ZER du site de Flamanville	23
Tableau 8.b :	Doses efficaces annuelles par voie d'exposition (Sv/an) pour les rejets d'effluents radioactifs aux limites d'autorisation du site de Flamanville.....	32
Tableau 8.c :	Concentrations mesurées dans la Manche hors et en zone d'influence du point de rejet du site de Flamanville et comparaison des valeurs	37
Tableau 8.d :	VTR retenues pour l'exposition chronique par voie orale	41
Tableau 8.e :	VTR retenues pour l'exposition aiguë par voie orale	42
Tableau 8.f :	Synthèse de la sélection des substances retenues dans l'EPRS.....	44
Tableau 8.g :	Concentrations moyennes annuelles en champ lointain.....	46
Tableau 8.h :	Concentrations maximales en champ lointain	46
Tableau 8.i :	Valeurs de bioaccumulation : BCF pour les substances étudiées.....	47
Tableau 8.j :	Concentrations moyennes et maximales dans les produits de la mer.....	48
Tableau 8.k :	Paramètres associés aux catégories de population étudiées.....	49
Tableau 8.l :	Quotients de danger en exposition chronique pour la population.....	50
Tableau 8.m :	Excès de risque individuel en exposition chronique pour la population.....	51
Tableau 8.n :	Quotients de danger en exposition aiguë pour la population.....	51
Tableau 8.o :	Valeurs d'émergence sonore admissible en ZER (arrêté du 23 janvier 1997)	54
Tableau 8.p :	Niveaux sonores estimés en limite d'établissement et valeurs d'émergence associées calculées en ZER du site	55
Tableau 8.q :	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts pour les rejets chimiques et radioactifs et les émissions sonores et vibratoires.....	57

FIGURES

Figure 8.a :	Évolutions démographiques de la région Normandie et du département de la Manche depuis 1999 jusqu'en 2016	9
Figure 8.b :	Densité de population dans un rayon de 50 kilomètres autour du site de Flamanville en 2016	11
Figure 8.c :	Fréquence des communes par classes de densité de population en 2016 dans un rayon de 10 kilomètres et de 50 kilomètres	12
Figure 8.d :	Évolution de la population dans un rayon de 50 kilomètres autour du site de Flamanville entre 2008 et 2016.....	13
Figure 8.e :	Fréquences d'évolution de la population [2008-2016] des communes dans un rayon de 50 kilomètres autour du site de Flamanville.....	14
Figure 8.f :	Communes de plus de 5 000 habitants dans un rayon de 50 kilomètres autour du site de Flamanville en 2016	15
Figure 8.g :	Établissements scolaires et d'accueil du jeune enfant des communes dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville.....	17
Figure 8.h :	Établissements de santé publique, médico-sociaux et sociaux des communes dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville.....	18
Figure 8.i :	Habitations les plus proches dans un périmètre de 1 kilomètre autour du site de Flamanville	20
Figure 8.j :	Implantation des points de mesure en LDS et en ZER du site de Flamanville (campagne 2017)	22
Figure 8.k :	Schéma de principe du transfert dans l'environnement.....	26
Figure 8.l :	Voies d'exposition aux rejets d'effluents radioactifs.....	30
Figure 8.m :	Échelle des expositions.....	33
Figure 8.n :	Emplacement des balises de mesure du débit de dose gamma ambiant en clôture du site de Flamanville.....	34
Figure 8.o :	Schéma de sélection des traceurs de risque sanitaire	43

P RÉSENTATION DU CHAPITRE 8

L'objet de ce chapitre est d'analyser les effets des interactions du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2), au regard des sensibilités mises en évidence vis-à-vis de la thématique « Population et santé humaine ».

Le chapitre est organisé comme suit :

- [§ 8.1](#) : les données du scénario de référence du site de Flamanville vis-à-vis de la thématique « Population et santé humaine » ;
- [§ 8.2](#) : l'analyse des incidences de l'impact dosimétrique, du risque sanitaire des rejets chimiques, de l'impact sonore et vibratoire et de l'impact des émissions lumineuses sur la thématique « Population et santé humaine » ;
- [§ 8.3](#) : la surveillance ;
- [§ 8.4](#) : les mesures d'évitement, de réduction de l'impact et de compensation du site de Flamanville ;
- [§ 8.5](#) : la description des méthodes utilisées ;
- [§ 8.6](#) : la conclusion.

8.1.

SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

8.1.1. POPULATION

Les données de scénario de référence présentées par la suite s'attachent à définir la sensibilité de l'environnement du site de Flamanville au vu de la répartition de la population avoisinante au sein de deux zones d'études complémentaires¹ :

- un périmètre d'étude élargi de 50 kilomètres destiné à présenter la répartition de la population autour du site de Flamanville ;
- un périmètre d'étude local (jusqu'à 10 kilomètres de rayon autour du site) au niveau duquel sont identifiées les populations d'intérêt.

8.1.1.1. RÉPARTITION DE LA POPULATION AUTOUR DU SITE

Ce paragraphe présente l'état des populations municipales au sein des deux zones d'étude. Le terme de population municipale regroupe :

- les personnes ayant leur résidence habituelle sur le territoire de la commune ;
- les personnes détenues dans les établissements pénitentiaires de la commune ;
- les personnes sans abri recensées sur le territoire de la commune ;
- les personnes résidant habituellement dans des habitations mobiles et recensées sur le territoire de la commune.

Les données proviennent des recensements de la population municipale de 1999, 2008 et 2016² de l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE).

Les données relatives aux îles Anglo-Normandes sont issues des sites officiels des États de Guernesey et de Jersey.

Dans un rayon de 50 kilomètres autour du site, la population est de 392 394 habitants en 2016 dont 58 % en France et 42 % dans les îles Anglo-Normandes.

¹ Ces zones d'études complémentaires décrivent les aspects pertinents de l'environnement de manière progressive et réalisent *in fine* un focus sur les populations d'intérêt pour l'analyse des incidences.

² Les populations légales millésimées 2016 sont entrées en vigueur au 1^{er} janvier 2019. Leur date de référence statistique est le 1^{er} janvier 2016.

8.1.1.1.1. Contexte régional et départemental

Le site de Flamanville se situe sur la commune de Flamanville (1 742 habitants en 2016), dans le département de la Manche (50), appartenant à la région Normandie. En 2016, le département de la Manche comptait 498 362 habitants et la région Normandie 3 335 929 habitants, soit 5,2 % de la population française³.

La région Normandie, créée par la réforme territoriale de 2015 et effective au 1^{er} janvier 2016, est le résultat de la fusion des régions Haute-Normandie et Basse-Normandie. L'évolution démographique de la région Normandie correspond donc à l'évolution cumulée de ces deux anciennes régions.

Les évolutions démographiques de la région Normandie et du département de la Manche entre 1999 et 2016 sont présentées à la [Figure 8.a](#).

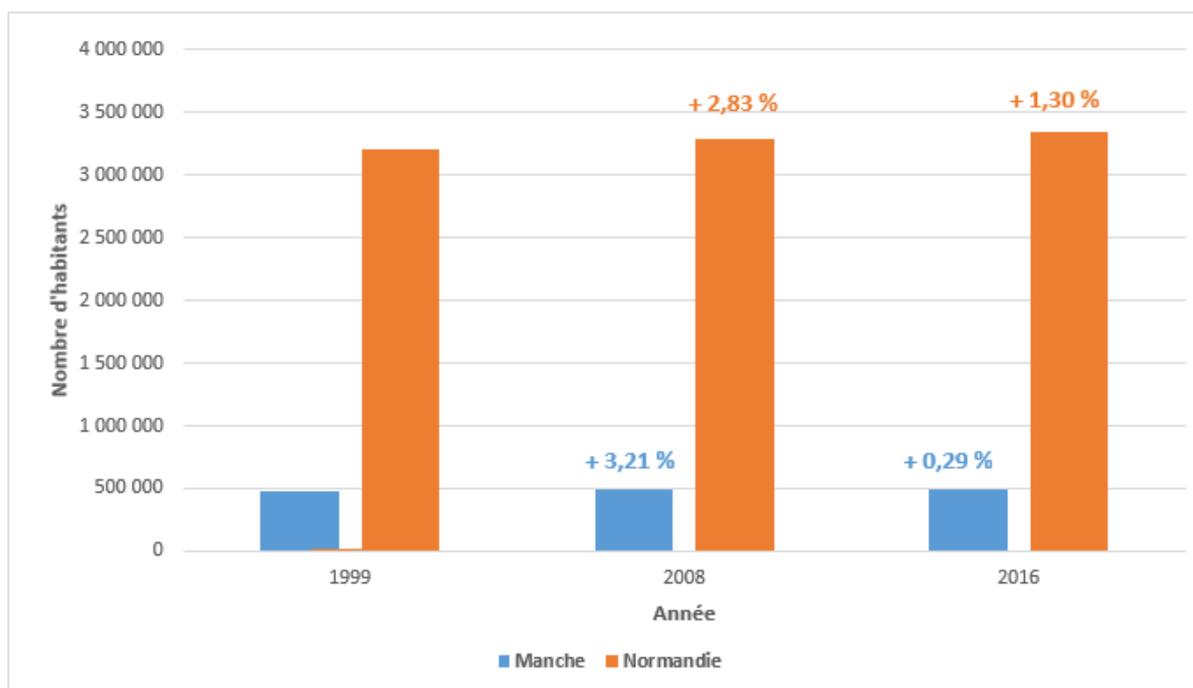


Figure 8.a : Évolutions démographiques de la région Normandie et du département de la Manche depuis 1999 jusqu'en 2016

Nota : les pourcentages correspondent aux évolutions de la population par rapport aux précédents recensements.

8.1.1.1.2. Répartition de la population jusqu'à 50 kilomètres autour du site

Ce paragraphe vise à identifier les principales zones peuplées au sein de l'aire d'étude élargie à 50 kilomètres de rayon autour du site de Flamanville. Elle repose sur la prise en compte des deux critères suivants :

- la densité de la population ;
- la localisation des communes de plus de 5 000 habitants.

³ France Métropolitaine.

8.1.1.1.2.1. Densité de population au sein de l'aire d'étude élargie

La répartition de la population jusqu'à une distance de 50 kilomètres autour du site de Flamanville est présentée à la [Figure 8.b](#).

Les principales zones peuplées autour de Flamanville sont les îles Anglo-Normandes (à l'ouest) et le secteur de Cherbourg-Octeville (au nord-est).

En 2016, la densité moyenne de population est d'environ 155 habitants/km² dans un rayon de 50 kilomètres autour du site et de 86 habitants/km² environ dans un rayon de 10 kilomètres.

Ainsi, dans un rayon de 50 kilomètres autour du site, la densité de population moyenne est largement supérieure à la valeur moyenne en France Métropolitaine (de l'ordre de 119 habitants/km² en 2016) alors qu'elle est inférieure à cette valeur dans un rayon de 10 kilomètres autour du site.

Nota : les statistiques se basent sur les communes dans leur totalité dès lors qu'elles se trouvent, même partiellement, dans le périmètre.

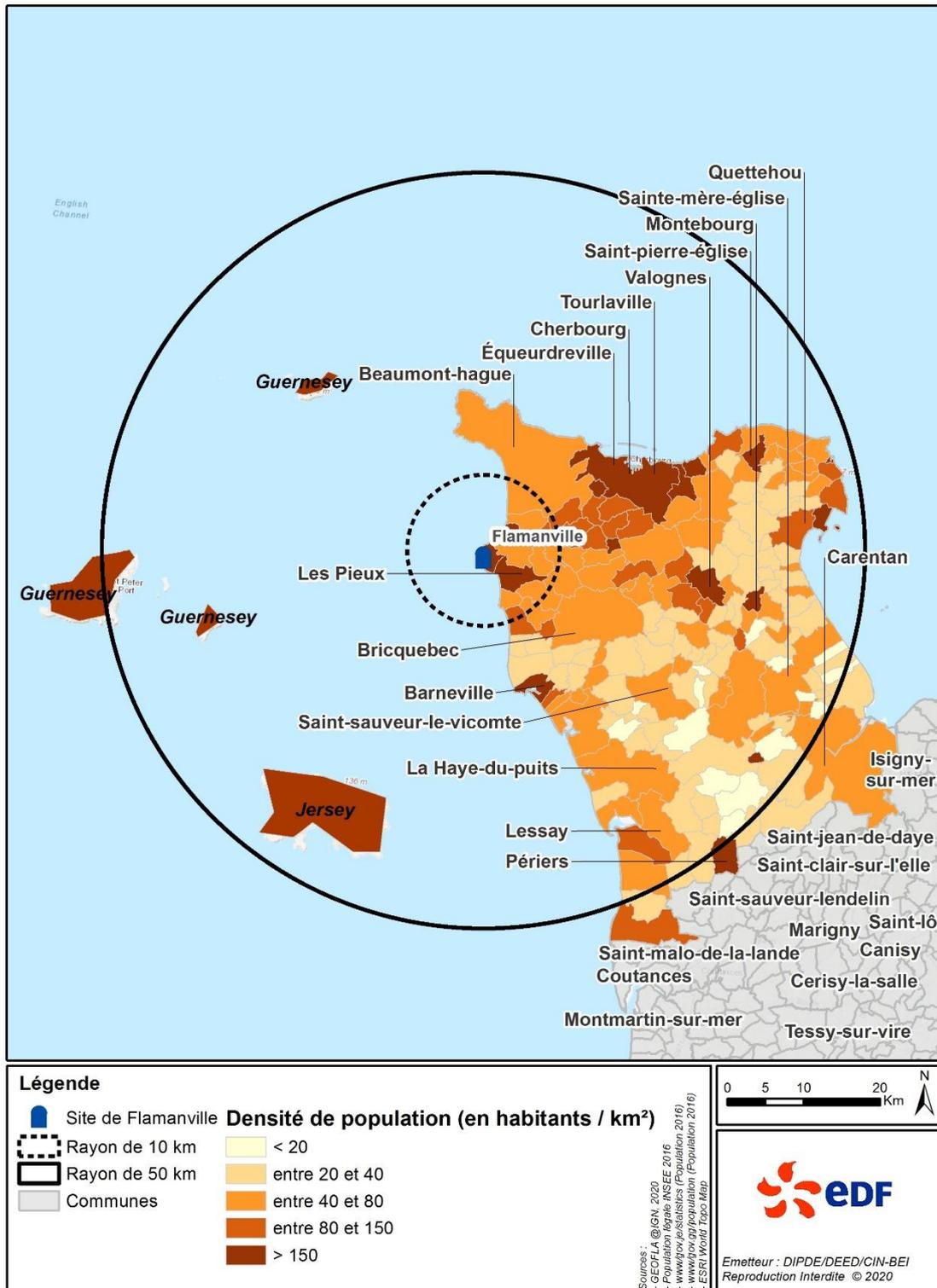


Figure 8.b : Densité de population dans un rayon de 50 kilomètres autour du site de Flamanville en 2016

La fréquence des communes par classes de densité (pourcentages de communes ayant une densité comprise dans un intervalle donné) est présentée à la [Figure 8.c](#).

Dans un rayon de 10 kilomètres, il y a une prédominance des communes de moyenne densité (59 % des communes présentent une densité de population comprise entre 40 et 80 habitants/km²).

Dans un rayon de 50 kilomètres, les communes de faible à moyenne densité sont majoritaires (79 % des communes présentent une densité de population inférieure à 80 habitants/km²).

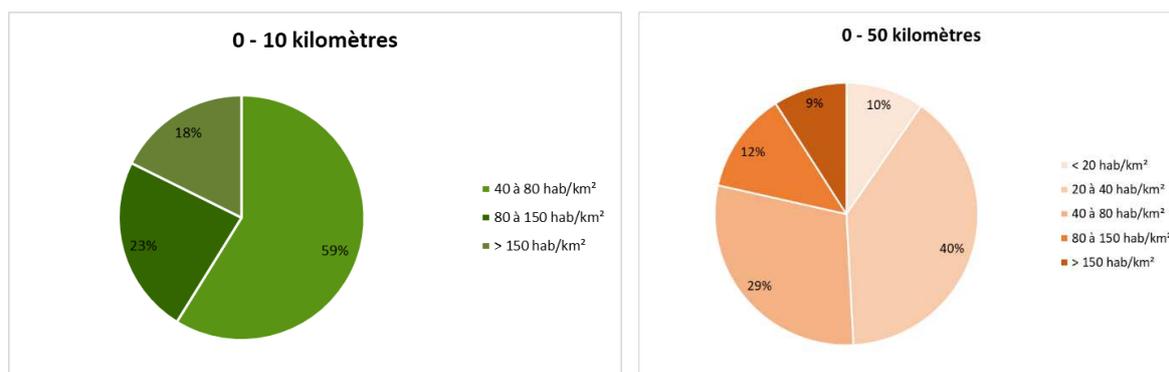


Figure 8.c : Fréquence des communes par classes de densité de population en 2016 dans un rayon de 10 kilomètres et de 50 kilomètres

Il est à noter que dans un rayon de 50 kilomètres autour du site, pour les communes françaises, la population est passée de 157 927 habitants en 2008 à 225 986 habitants en 2016, soit une augmentation de 43,1 %, une évolution nettement supérieure à la moyenne nationale sur la même période (3,8 % entre 2008 et 2016⁴). Ces évolutions de population sont toutefois inégales au sein du territoire d'étude : 34 % des communes connaissent une diminution de la population supérieure à 1 % et 51 % une augmentation de leur population communale de plus de 4 %.

En ce qui concerne les deux îles Anglo-Normandes situées dans le périmètre d'étude, la population totale est passée de 159 531 habitants en 2010 à 166 408 habitants en 2016, soit une augmentation de 4,3 %. Durant cette période, Jersey présente une croissance de population supérieure à 4 % tandis que Guernesey connaît une diminution de sa population supérieure à 1 %.

Ces tendances sont présentées à la [Figure 8.d](#) et à la [Figure 8.e](#).

⁴ Source : INSEE - Populations légales en 2008 et en 2016 (France Métropolitaine).

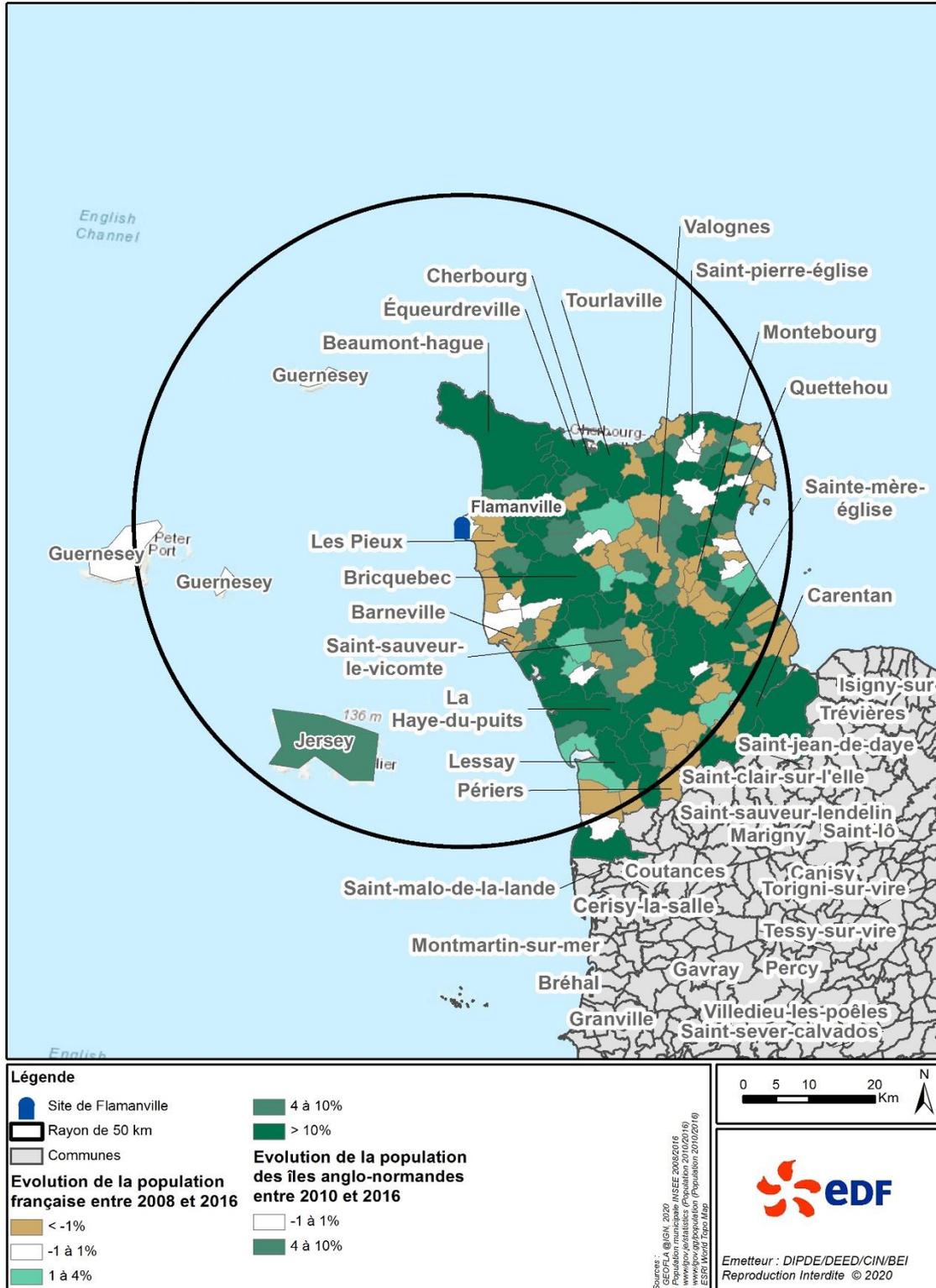


Figure 8.d : Évolution de la population dans un rayon de 50 kilomètres autour du site de Flamanville entre 2008 et 2016

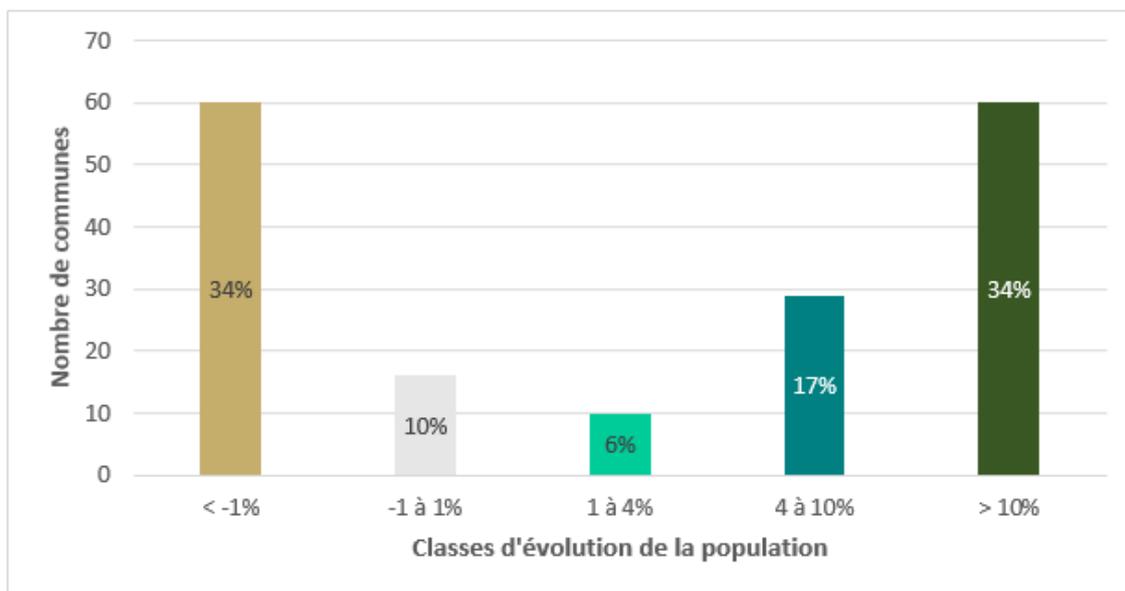


Figure 8.e : Fréquences d'évolution de la population [2008-2016] des communes dans un rayon de 50 kilomètres autour du site de Flamanville

8.1.1.1.2.2. Communes de plus de 5 000 habitants au sein de l'aire d'étude élargie

Les communes de plus de 5 000 habitants en 2016 situées dans le rayon des 50 kilomètres autour du site de Flamanville sont présentées à la [Figure 8.f](#).

La commune la plus importante est Cherbourg-en-Cotentin (80 076 habitants). Les îles Anglo-Normandes de Jersey et Guernesey comptabilisent respectivement 104 200 et 62 208 habitants. Au sein du périmètre d'étude local (10 kilomètres), La Hague (11 785 habitants) est la seule commune qui dépasse les 5 000 habitants.

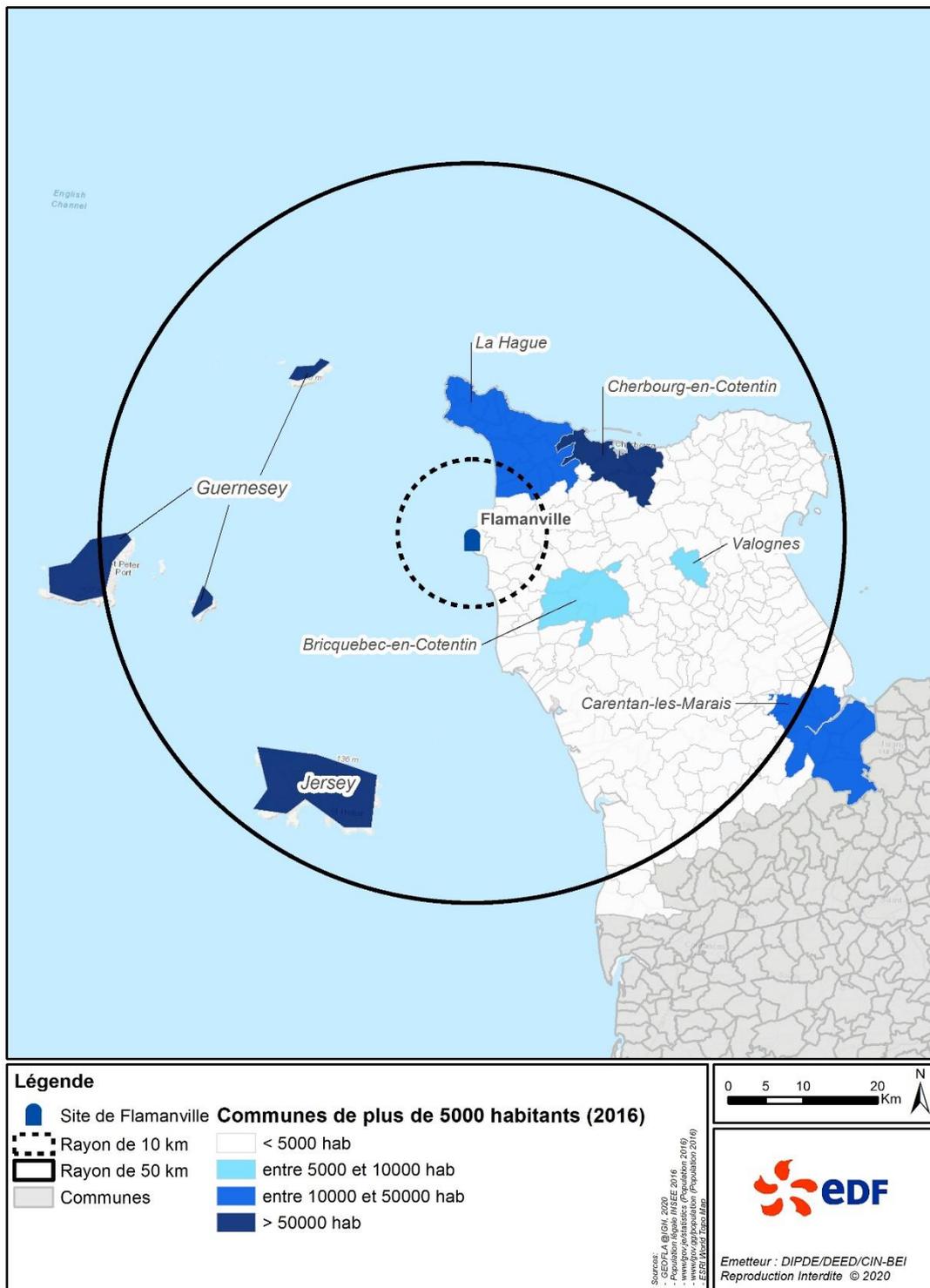


Figure 8.f : Communes de plus de 5 000 habitants dans un rayon de 50 kilomètres autour du site de Flamanville en 2016

8.1.1.2. IDENTIFICATION DES POPULATIONS D'INTÉRÊT À PROXIMITÉ DU SITE DE FLAMANVILLE

L'identification des populations au sein du périmètre d'étude local (rayon de 10 kilomètres) repose sur les critères suivants :

- la localisation des populations sensibles ;
- la localisation des zones habitées les plus proches du site de Flamanville.

8.1.1.2.1. Populations sensibles dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville

La prise en compte des populations sensibles repose sur l'identification des établissements suivants :

- les établissements scolaires (écoles maternelles et primaires) ;
- les Établissements d'Accueil du Jeune Enfant (EAJE) : ces structures sont autorisées à accueillir de manière non permanente des enfants de moins de 6 ans ;
- les établissements de santé publique, sociaux et médico-sociaux.

La localisation de ces établissements est présentée à la [Figure 8.g](#) pour les établissements scolaires et d'accueil du jeune enfant, et à la [Figure 8.h](#) pour les établissements de santé publique, médico-sociaux et sociaux. Un focus sur les éventuels établissements présents à proximité immédiate du site de Flamanville (périmètre de 1 kilomètre) est également réalisé à la [Figure 8.i](#).

Les populations sensibles les plus proches sont situées à près de 700 m à l'est-sud-est des limites foncières du site.

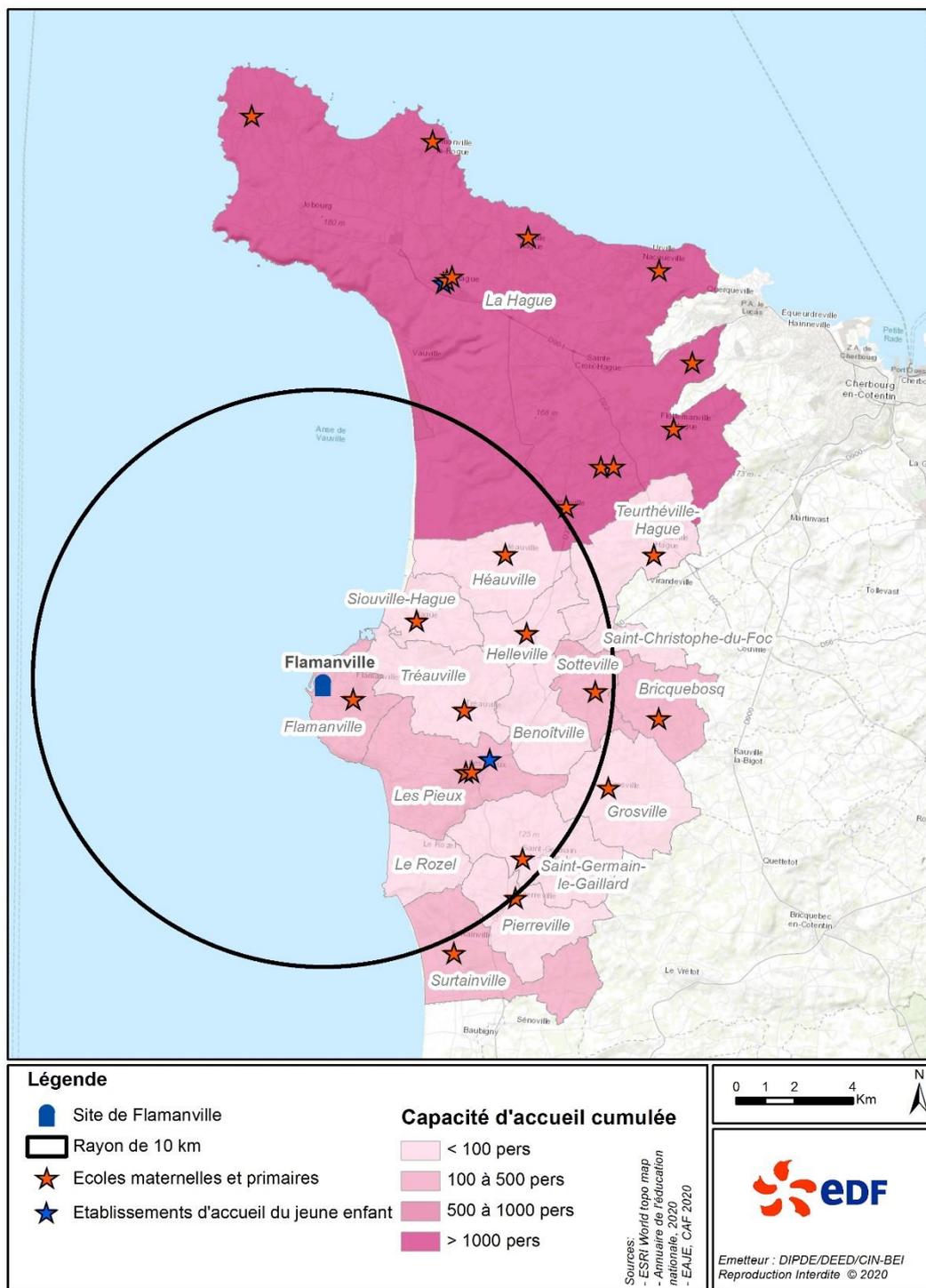


Figure 8.g : Établissements scolaires et d'accueil du jeune enfant des communes dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flammanville

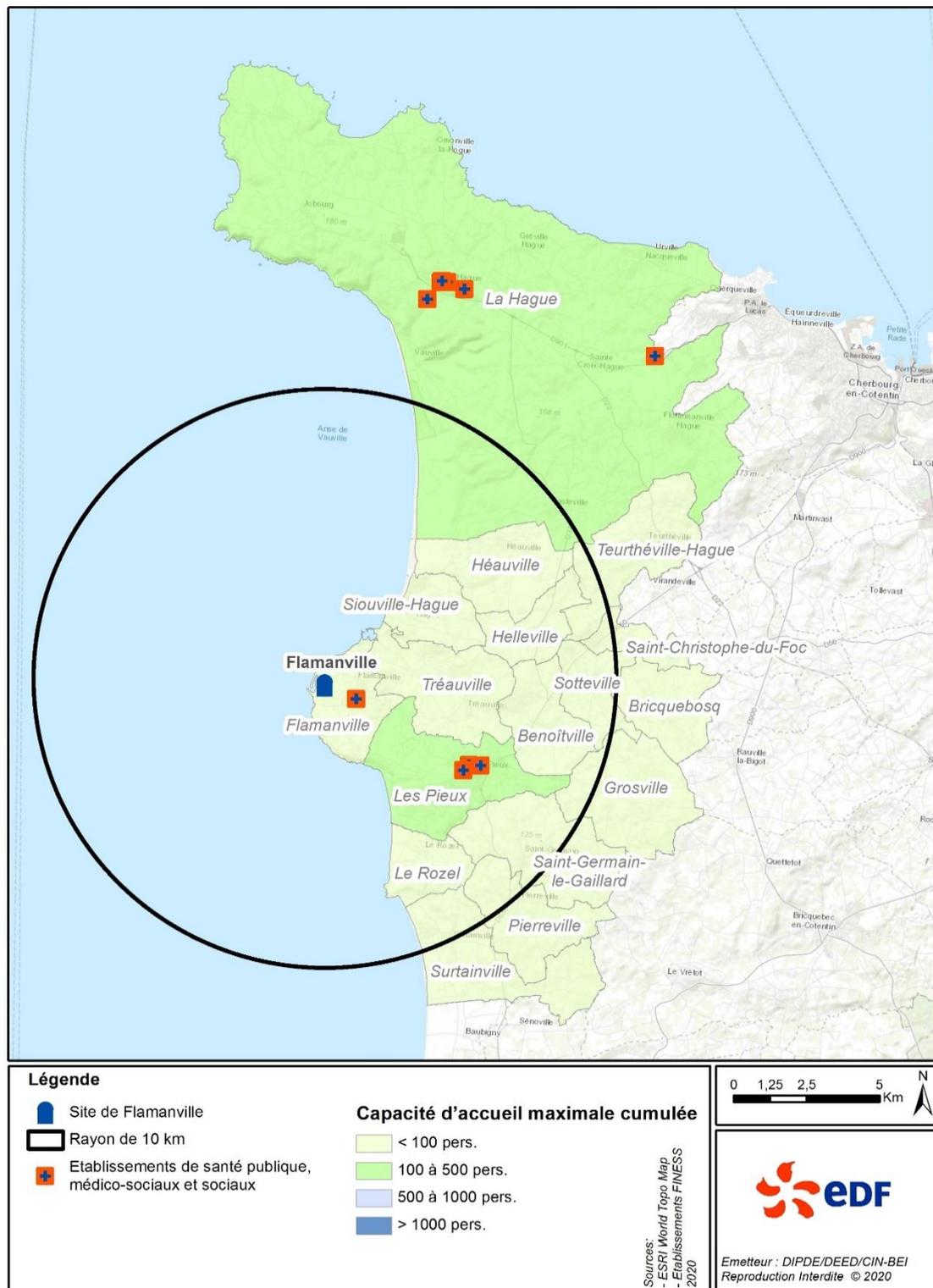


Figure 8.h : Établissements de santé publique, médico-sociaux et sociaux des communes dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville

8.1.1.2.2. Zones habitées les plus proches du site de Flamanville

Cette section s'attache à présenter la localisation des zones habitées aux environs immédiats du site de Flamanville (dans un périmètre de 1 kilomètre), à partir des données de la BD Topo IGN⁵ et de la cartographie Corine Land Cover 2018 (Cf. [Paragraphe 9.1.1 du Chapitre 9](#)).

Comme présenté à la [Figure 8.i](#), les habitations les plus proches sont localisées à proximité immédiate des limites foncières nord-est du site.

⁵ Composante topographique du RGE® (Référentiel à Grande Échelle) produit par l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) français, la BD TOPO® est la modélisation 3D du territoire et de ses infrastructures.

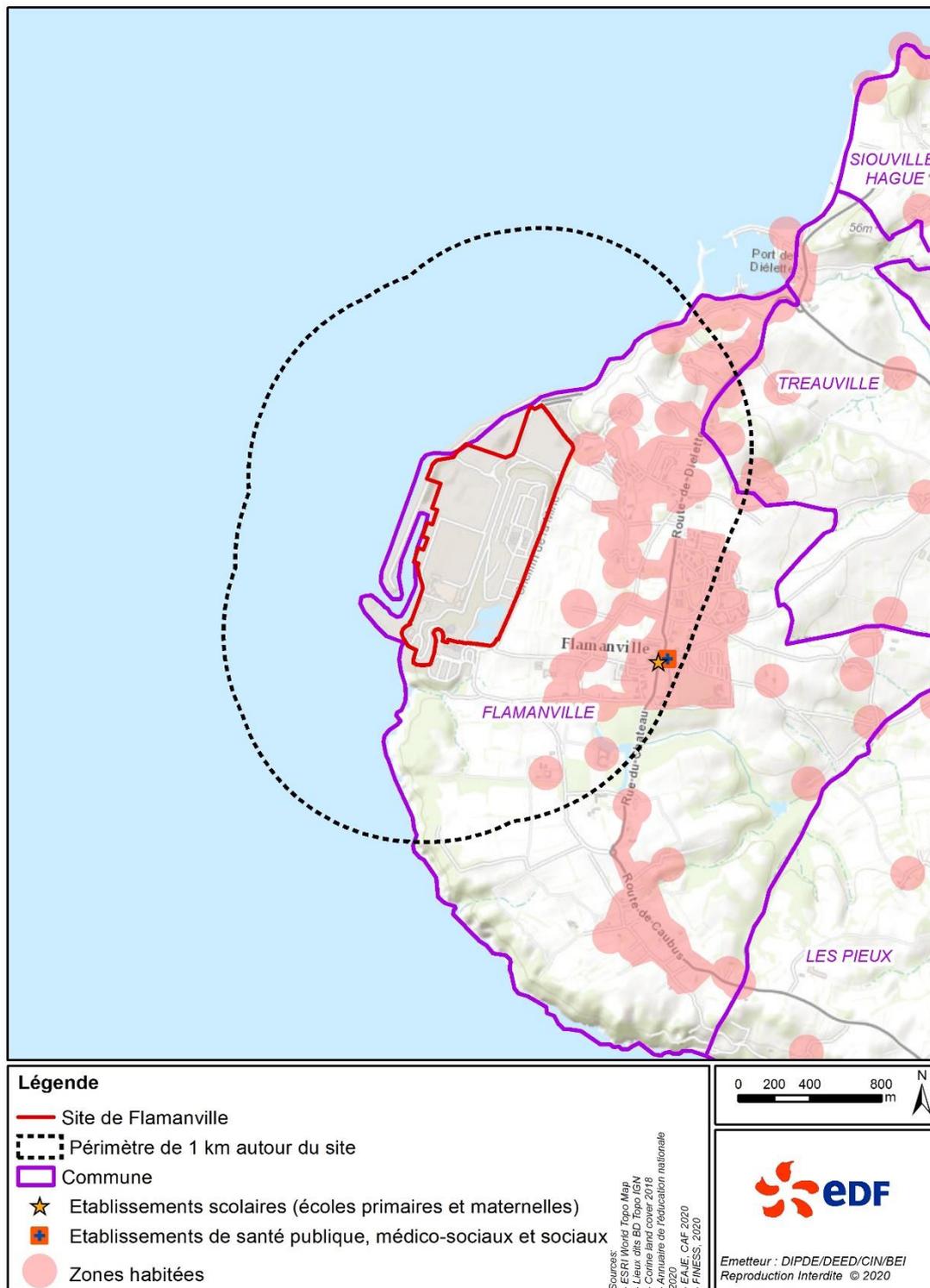


Figure 8.i : Habitations les plus proches dans un périmètre de 1 kilomètre autour du site de Flamanville

8.1.2. COMMODITÉS DE VOISINAGE

8.1.2.1. ENVIRONNEMENT SONORE

Le site de Flamanville a fait l'objet d'une campagne de mesures acoustiques entre le 11 septembre 2017 et le 16 octobre 2017. Cette campagne a été réalisée selon la méthodologie EDF s'appuyant sur les recommandations de la norme NF S 31-010⁶ relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement (méthode dite « d'expertise »).

Les mesures de niveau sonore dans l'environnement du site ont été réalisées sur plusieurs nuits de mesure pour intégrer les différentes conditions météorologiques et disposer de données les plus représentatives possible de la situation sonore du site. Des mesures de longue durée ont été effectuées en des points situés en limite d'établissement et aux premières habitations du site de Flamanville. La localisation de ces points est donnée dans la figure suivante. Les points de mesure en Limite De Site (LDS), indiqués en vert, sont positionnés en regard des points de Zone à Émergence Règlementée (ZER⁷), indiqués en orange.

⁶ Norme NF S 31-010 : caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement - Méthodes particulières de mesurage (Décembre 1996) amendée de NF S 31-010 /A1.

⁷ Zone à Émergence Règlementée, dans laquelle on doit respecter le critère d'émergence. Il s'agit communément des zones habitables soumises à l'impact du site (rayon de 2 km environ).



Figure 8.j : Implantation des points de mesure en LDS et en ZER du site de Flamanville (campagne 2017)

Les niveaux sonores suivants ont été mesurés dans l'environnement durant la période nocturne de référence (22 h 00-07 h 00) :

Tableau 8.a : Niveaux de bruit mesurés en limite d'établissement et en ZER du site de Flamanville

Points d'étude : LDS et ZER associées	Niveau sonore mesuré en LDS (dBA)	Niveau ambiant statistique mesuré en ZER (dBA)	Niveau résiduel statistique mesuré en ZER (dBA)
LDS Sud - ZER 1	38,5	27,0	27,0
LDS Est - ZER 2	47,0	34,0	33,0
LDS Est - ZER 3	47,0	28,0	28,0

8.1.2.2. ENVIRONNEMENT LUMINEUX

Les émissions lumineuses au voisinage du site de Flamanville ont pour principales origines l'éclairage public de la commune de Flamanville.

8.1.3. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LA POPULATION

Comme présenté sur la [Figure 8.i](#), les premières habitations sont situées au nord-est à proximité immédiate du site de Flamanville et les populations sensibles⁸ les plus proches, à près de 700 m à l'est-sud-est des limites foncières du site.

ÉVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT EN L'ABSENCE DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET

Évolutions probables de la population

Indépendamment du fonctionnement du site de Flamanville et en l'absence de mise en œuvre du projet, il est à noter l'existence de scénarios de projections de l'évolution des populations départementales et régionales à l'horizon 2040, réalisés par l'INSEE sur la base des évolutions probables de la fécondité, de la mortalité et des quotients migratoires⁹. Entre 2007 et 2040, l'évolution démographique annuelle anticipée pour le département de la Manche (population départementale estimée à 523 000 habitants en 2040) est de 0,17 % et de 0,21 % pour la région Normandie (population régionale estimée à 3 519 000 habitants en 2040). Ces valeurs sont inférieures au taux de croissance annuel moyen de la population en France métropolitaine (0,41 % sur la même période).

Évolutions probables des commodités de voisinage

Indépendamment du fonctionnement du site de Flamanville et en l'absence de mise en œuvre du projet, il est à noter l'existence de réflexions locales de réduction de l'éclairage public des communes afin notamment de préserver la biodiversité, réduire l'impact écologique et la facture énergétique.

⁸ La prise en compte des populations sensibles repose sur l'identification des établissements scolaires, d'accueil du jeune enfant, de santé publique, médico-sociaux et sociaux.

⁹ Source : INSEE, La population des régions en 2040, INSEE PREMIÈRE n° 1326, décembre 2010.

8.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA POPULATION ET LA SANTÉ HUMAINE

8.2.1. ÉVALUATION DE L'IMPACT DOSIMÉTRIQUE À L'HOMME

↘ DÉFINITIONS

L'**activité** des radionucléides qui composent une source radioactive correspond au nombre de désintégrations spontanées de noyaux d'atomes par unité de temps (la seconde) ; elle s'exprime en **becquerel** (1 Bq = 1 désintégration par seconde). À titre informatif, le corps humain d'un adulte contient entre autres une activité de l'ordre de 6 500 Bq de potassium 40 (^{40}K) dont l'origine est naturelle.

Les relations entre les caractéristiques de la source, l'exposition et les conséquences de l'interaction des rayonnements avec la matière sont complexes. Elles sont étudiées par le biais de la **dosimétrie**, dont la finalité est l'évaluation de la **dose**.

La **dose efficace** est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée pour tenir compte de la qualité du rayonnement (α , β , γ ...) et de la radiosensibilité relative du tissu exposé. La dose efficace a pour objectif d'apprécier le risque total et s'exprime en sievert (Sv). Elle est appelée communément « **dose** ».

↘ LIMITE ANNUELLE D'EXPOSITION

L'article R. 1333-11 du code de l'environnement fixe à 1 mSv par an la limite de dose efficace pour l'exposition de la population à des rayonnements ionisants résultant de l'ensemble des activités nucléaires.

8.2.1.1. ÉVALUATION DE L'IMPACT DOSIMÉTRIQUE À L'HOMME DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS

8.2.1.1.1. Démarche générale

L'évaluation de l'impact dosimétrique à l'homme des rejets d'effluents radioactifs de l'installation est réalisée selon les étapes présentées ci-dessous, qui sont explicitées dans les [Paragraphe 8.2.1.1.2 à 8.2.1.1.6](#) :

- Étape 1 : caractérisation des rejets d'effluents radioactifs à prendre en compte.
- Étape 2 : caractérisation de l'environnement autour du site.
- Étape 3 : évaluation des transferts des radionucléides rejetés dans les différents compartiments de l'environnement jusqu'à l'homme.
- Étape 4 : évaluation de l'exposition des populations riveraines.
- Étape 5 : présentation des résultats avec comparaison de la dose efficace totale reçue par la personne représentative (Cf. [Paragraphe 8.2.1.1.5.2.5](#)) à la limite réglementaire de 1 mSv/an.

À l'étape 1, il est considéré de manière enveloppe les limites d'autorisation de rejets d'effluents radioactifs, intégrant les trois réacteurs en fonctionnement.

Les étapes 2, 3 et 4 font appel à l'utilisation du code de calcul SYMBIOSE, développé par l'IRSN. La présente évaluation est effectuée avec la version V2.1.3 de ce code. Les principales hypothèses et caractéristiques des calculs sont rappelées dans le présent document. Le détail de l'ensemble de l'étude et des paramètres utilisés dans les calculs sont présentés en [Annexe 7](#).

8.2.1.1.2. Caractérisation des rejets d'effluents radioactifs à prendre en compte

L'évaluation de la dose efficace reçue par les personnes du public vivant au voisinage du site est faite en considérant les limites d'autorisation de rejets d'effluents radioactifs.

L'ensemble des radionucléides et des activités rejetées pris en compte dans les calculs est donné en [Annexe 7](#).

Pour les rejets aux limites, les autorisations de rejets sont données par famille de radionucléides et en distinguant les rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides. L'évaluation de l'impact dosimétrique nécessite une donnée d'entrée plus détaillée : il est nécessaire d'attribuer les activités rejetées à des radionucléides particuliers. Pour cela, un spectre type est utilisé (Cf. encart).

↘ SPECTRE TYPE

Les **spectres types** des rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides s'appliquent aux différentes familles de radionucléides (gaz rares, iodes, produits de fission ou d'activation). Ils explicitent la **liste des radionucléides** qui constituent chaque famille ainsi que la **proportion de l'activité de la famille** qui est attribuée à chaque radionucléide dans le cadre d'un calcul d'impact dosimétrique.

Les spectres types sont établis à partir du Retour d'Expérience (REX) des analyses des rejets d'effluents radioactifs moyens des sites du palier 1300 MWe sur la période [2005-2018]. Ces spectres sont applicables pour les trois réacteurs du site de Flamanville.

8.2.1.1.3. Caractérisation de l'environnement autour du site

L'évaluation de l'impact dosimétrique à l'homme des rejets d'effluents radioactifs du site est réalisée en tenant compte du paysage autour de l'installation. Le paysage est une représentation du territoire qui permet de prendre en compte la spécificité et l'hétérogénéité spatiale des caractéristiques environnementales, telles que l'occupation du sol (zones agricoles, d'habitation...) ou la topographie du site. Le paysage, dans le cadre de la présente étude, est décrit à partir des composantes suivantes :

- le site nucléaire : caractérisé par ses points de rejet marin et les émissaires de rejet en milieu atmosphérique ;
- le milieu terrestre : zones agricoles dédiées aux cultures maraîchères, aux grandes cultures, aux prairies, aux lieux d'élevage ; zones occupées par des surfaces nues et zones d'habitation ;
- le milieu marin : permettant notamment de localiser les zones d'utilisation de la mer par l'homme (pour la plage ou la baignade par exemple) les plus proches du site.

8.2.1.1.4. Évaluation des transferts dans l'environnement

L'évaluation de l'impact dosimétrique à l'homme des rejets d'effluents radioactifs de l'installation nécessite de caractériser la manière dont les radionucléides présents dans les rejets se comportent dans l'environnement depuis les émissaires de rejet jusqu'à l'homme. La [Figure 8.k](#) ci-dessous résume les transferts pris en compte dans le cadre de la présente étude.

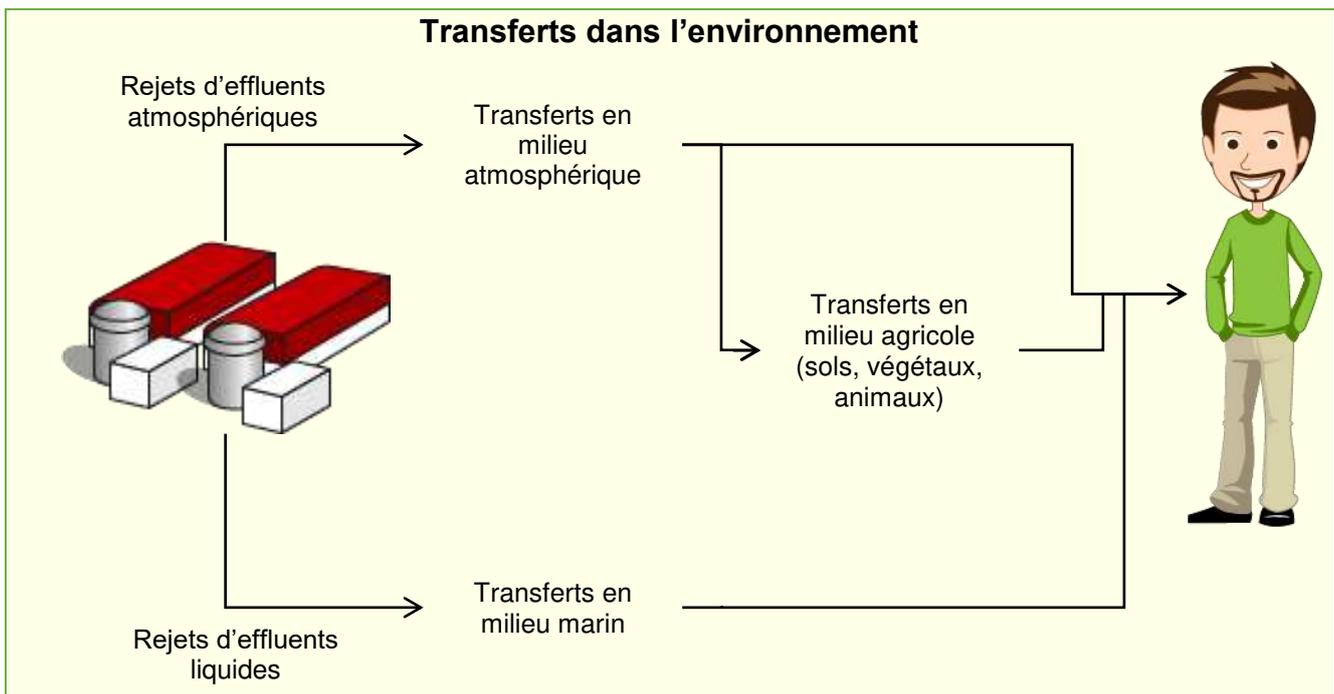


Figure 8.k : Schéma de principe du transfert dans l'environnement

Les transferts des radionucléides dans l'environnement sont évalués à un pas de temps pour le calcul de trois heures sur une durée de cinq ans. Cette durée permet la stabilisation des solutions des équations des modèles de transfert. Les chroniques d'activité au sein des différents compartiments de l'environnement sont fournies à partir des données environnementales exprimées à différents pas de temps, notamment les données météorologiques séquentielles horaires.

Les modèles de transfert sont communs à tous les radionucléides à l'exception du tritium et du carbone 14. En effet, le comportement du tritium et du carbone 14 dans l'environnement est particulier dans la mesure où, en tant qu'isotopes de l'hydrogène et du carbone, ils participent au cycle de vie de ces éléments dans l'environnement naturel. Ils peuvent être présents dans toutes les molécules hydrogénées ou carbonées et par conséquent être associés aussi bien aux composantes minérales qu'à la matière organique des organismes vivants. C'est pourquoi les transferts du tritium et du carbone 14 dans l'environnement seront décrits de manière spécifique lorsque nécessaire.

↘ CARBONE 14

Le **carbone 14** suit le cycle du carbone, élément entrant dans la constitution de la matière vivante.

Les **formes chimiques** du ^{14}C varient suivant le mode de production. Dans l'environnement, le ^{14}C existe sous deux formes principales ayant des comportements différents, l'une minérale ($^{14}\text{CO}_2$ principalement), l'autre **organique** (notamment $^{14}\text{CH}_4$). Il est considéré que seule la forme **minérale** est assimilée par les végétaux au cours des processus de synthèse de la matière vivante.

↘ TRITIUM

En tant qu'isotope de l'**hydrogène**, le **tritium** est intimement lié au cycle de cet élément dans l'environnement. Il peut être présent dans toutes les molécules hydrogénées, être associé aussi bien à l'eau tissulaire qu'à la matière organique des végétaux et des animaux.

Les **formes chimiques** du tritium considérées sont :

- Le **tritium libre (HTO)**. Sous cette forme, le tritium est extrêmement mobile dans l'environnement et dans tous les systèmes biologiques, et de ce fait rapidement intégré dans de nombreux cycles de la géosphère et de la biosphère. La rapidité des échanges avec l'hydrogène de l'eau favorise l'homogénéisation des activités en HTO au sein des organismes vivants.
- Le **tritium organiquement lié (TOL)**. Cette forme, qui correspond au tritium lié à la matière organique, résulte de l'incorporation du tritium dans divers composés organiques au cours des processus de synthèse de la matière vivante. La stabilité du tritium au sein de ces composés est variable.

8.2.1.1.4.1. Transferts en milieu atmosphérique

La dispersion atmosphérique des rejets est évaluée via un post-traitement d'essais de dispersion réalisés sur des maquettes en soufflerie.

Ce modèle de dispersion atmosphérique prend en compte :

- les caractéristiques des substances rejetées (nature des radionucléides, forme aérosol ou gaz, activités associées),
- les données météorologiques séquentielles horaires associées au site étudié.

8.2.1.1.4.2. Transferts en milieu marin

Les activités dans l'eau de mer, dans les sédiments de fond et dans le sable de la plage sont estimées aux points d'utilisation de la mer par l'homme pour les activités de baignade, de plage et de pêche.

L'activité volumique de l'eau de mer est fonction des conditions de dilution propres au site. Les effluents sont d'abord dilués dans les eaux de refroidissement du site, puis en mer. Cette dilution est prise en compte via un facteur de dilution issu de modélisations numériques 3D décrites au [Paragraphe 4.2.2.2.1.5 du Chapitre 4](#). Dans la zone de pêche, d'où proviennent les produits marins ingérés par l'homme, ce coefficient de dilution est estimé à 0,11 ; dans la zone de plage et de baignade, il est estimé à 0,06. Le calcul de ces coefficients est détaillé au [Paragraphe 1.3 de l'Annexe 5](#).

Le calcul de transfert en milieu marin prend également en compte les échanges entre l'eau de mer, le sable et les sédiments.

Les activités dans les parties comestibles des produits marins (les poissons, les crustacés, les mollusques) est évaluée en supposant que celles-ci sont en équilibre avec le milieu.

8.2.1.1.4.3. Transferts en milieu agricole

8.2.1.1.4.3.1. Transferts dans le sol

Les activités des radionucléides dans un sol agricole sont issues des apports par voie atmosphérique, les sols n'étant pas irrigués avec l'eau de mer. Le sol peut être nu ou cultivé, tous types de cultures étant possibles : cultures maraîchères, grandes cultures et prairie permanente.

Le transfert d'activité dans le sol se fait par dépôt atmosphérique sec ou humide et par fixation ou migration des radionucléides dans les sols (labour, vieillissement, percolation). Il est considéré que les radionucléides sous forme gazeuse comme les gaz rares ou le ^{14}C ont une vitesse de dépôt nulle.

Il est considéré que la perte d'eau du sol par évapotranspiration est compensée par les précipitations et par conséquent que la teneur en eau du sol est constante dans le temps.

Pour le tritium, outre le dépôt atmosphérique humide, sont pris en compte des phénomènes d'échange entre la vapeur d'eau atmosphérique et la surface du sol ainsi que l'absorption racinaire (prélèvement par les racines de la plante de l'eau tritiée du sol).

Pour le carbone 14, seuls les transferts plante → sol et air → sol sont pris en compte, la contribution du sol à l'activité du végétal n'est pas prise en compte car elle est négligeable.

8.2.1.1.4.3.2. Transferts dans les végétaux

Pour les formes aérosol (tous les radionucléides hors carbone 14 et tritium)

Les activités de radionucléides dans les végétaux sont issues des apports par la voie atmosphérique (dépôt sec ou humide), les cultures n'étant pas irriguées avec l'eau de mer.

Les principales productions agricoles répertoriées sur le territoire français ont été regroupées selon trois catégories afin de prendre en compte notamment leur appartenance à une famille agronomique, les pratiques agricoles qui leur sont associées et leur comportement relatif aux transferts des radionucléides. Il s'agit respectivement des cultures maraîchères, des grandes cultures, et de la prairie permanente.

L'activité des radionucléides dans les organes consommés peut résulter d'un transfert foliaire ou d'un transfert racinaire (Cf. [Annexe 7](#)). La prise en compte de ces transferts dépend de la date du dépôt dans le calendrier agricole et de la ou des dates de récoltes concernées pendant la durée de l'étude.

Pour le carbone 14 et le tritium

La photosynthèse constitue le mode principal d'incorporation des formes gazeuses du carbone 14 (CO₂) et du tritium organiquement lié (TOL) au sein de la matière organique (Cf. [Annexe 7](#)). La dynamique de croissance de la biomasse est prise en compte.

L'apport de tritium sous forme HTO prend en compte plusieurs phénomènes, notamment les phénomènes diffusifs à l'interface feuille-atmosphère et l'absorption racinaire (Cf. [Annexe 7](#)).

8.2.1.1.4.3.3. Transferts dans les produits d'origine animale

Les aliments d'origine animale pris en compte sont les suivants : viande de bœuf, viande de mouton, viande de porc, viande de poulet, lait de vache, œufs de poule.

Le transfert de radionucléides dans le milieu animal se fait principalement par ingestion de produits végétaux locaux. Les rations alimentaires des animaux sont basées sur les calendriers d'affouragement pour les bovins et sont génériques pour les autres animaux considérés (Cf. [Annexe 7](#)).

Pour le tritium, on considère en plus un apport d'activité par inhalation de vapeur d'eau tritiée présente dans l'atmosphère.

8.2.1.1.5. Évaluation de l'exposition des populations

8.2.1.1.5.1. Voies d'exposition et classes d'âge

On distingue l'exposition interne, pour laquelle les radionucléides pénètrent dans l'organisme à partir du milieu ambiant (inhalation, ingestion) et l'exposition externe, pour laquelle les radionucléides ne pénètrent pas dans l'organisme (dépôts sur le sol, exposition au panache...).

Les voies d'exposition prises en compte dans le cadre de la présente étude sont les suivantes (Cf. [Figure 8.1](#)) :

- exposition externe au panache d'effluents radioactifs atmosphériques ;
- exposition externe aux dépôts atmosphériques radioactifs sur les sols ;
- exposition interne par inhalation du panache ;
- exposition interne par ingestion de denrées alimentaires ;
- exposition externe (baignade, exposition sur les plages) ;
- exposition interne par ingestion par inadvertance de sable et d'eau de mer.

Trois classes d'âge sont considérées : le jeune enfant de 1 an, l'enfant de 10 ans et l'adulte.

Les coefficients de dose associés aux différentes voies d'exposition sont présentés en [Annexe 7](#).

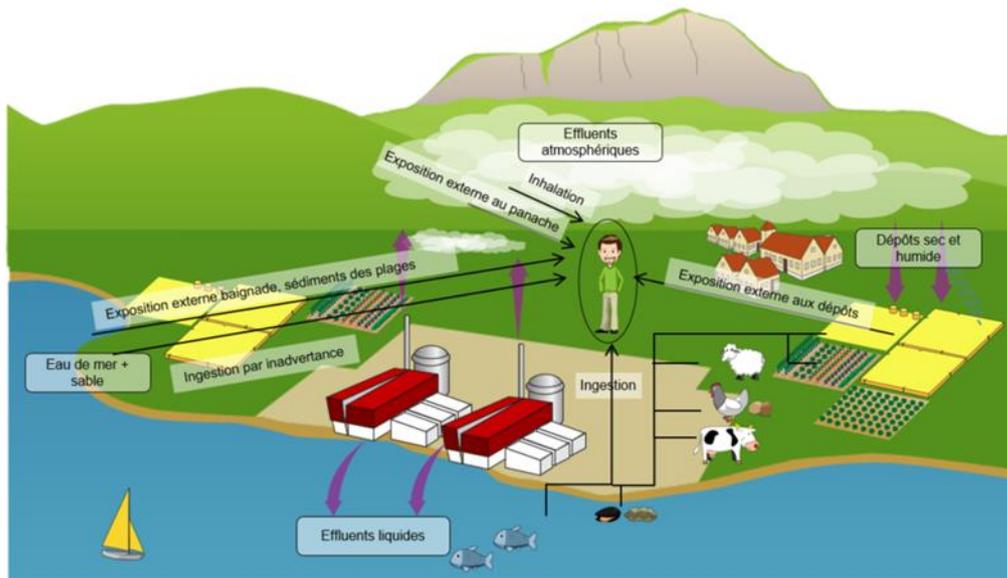


Figure 8.1 : Voies d'exposition aux rejets d'effluents radioactifs

8.2.1.1.5.2. Variables humaines d'exposition

Le calcul de dose à l'homme nécessite de définir un scénario d'exposition qui regroupe les principales hypothèses concernant le comportement de la population. On définit ainsi un ensemble de variables humaines d'exposition, notamment :

- **Ration alimentaire**, qui définit le type et la quantité d'aliments ingérés par la population. Elle est assortie d'un taux d'autoconsommation qui permet de préciser la proportion des aliments d'origine locale. Ces données sont nécessaires au calcul de la dose par ingestion.
- **Débits respiratoires** définis selon le type d'activité pratiquée (repos ou activité physique). Ces données sont nécessaires pour évaluer la dose par inhalation.
- **Budgets-temps**, correspondant aux temps passés quotidiennement par la population à faire des activités. Cette donnée est nécessaire pour l'évaluation de l'exposition externe de la population et de son exposition interne par inhalation.

8.2.1.1.5.2.1. Rations alimentaires

Les rations alimentaires retenues sont issues des dernières données disponibles (Cf. [Annexe 7](#)).

À chaque catégorie d'aliment est associé un taux d'autoconsommation, part de la consommation de denrées produites localement exprimée en pourcentage de la quantité totale ingérée. La ration alimentaire dite « autoconsommée » (d'origine locale) correspond alors à la ration alimentaire totale multipliée par le taux d'autoconsommation (exprimé selon une fraction).

Les taux d'autoconsommation appliqués pour chaque catégorie d'aliments sont issus des dernières enquêtes disponibles (Cf. [Annexe 7](#)).

8.2.1.1.5.2.2. Ingestion d'eau et de sable par inadvertance

La population est considérée ingérer par inadvertance de l'eau de mer et du sable lors de ses activités de baignade ou de plage. Les quantités ingérées varient selon les classes d'âge et sont issues du rapport de la NRPB W41¹⁰.

8.2.1.1.5.2.3. Débits respiratoires

L'évaluation de l'exposition interne de la population par inhalation nécessite de déterminer des valeurs de débit respiratoire des individus à l'intérieur et en plein air. Ces valeurs sont déduites des débits respiratoires en fonction du niveau d'activité physique (endormi, assis, activité modérée ou intense) et du nombre d'heures journalières consacrées à ces activités, qui sont fournies par les publications 71 et 66 de la CIPR¹¹. Les débits respiratoires sont donnés en [Annexe 7](#).

8.2.1.1.5.2.4. Budgets-temps

L'évaluation de l'exposition externe de la population et de son exposition interne nécessite de déterminer les budgets-temps. Ils correspondent au temps passé quotidiennement par la population à faire des activités qui l'exposent aux différentes voies de transfert. Les activités considérées peuvent avoir lieu à l'extérieur, sur des sols cultivés ou nus ou encore en mer ou en plage. Elles peuvent aussi se passer à l'intérieur, avec une exposition atténuée par rapport à l'extérieur.

Les budgets-temps utilisés pour l'étude sont issus de la base CIBLEX¹² (Cf. [Annexe 7](#)). Ils proviennent de valeurs régionalisées pour l'adulte et nationales pour les autres classes d'âge.

8.2.1.1.5.2.5. Détermination de la personne représentative

La personne représentative retenue correspond à la personne recevant une dose, qui est représentative des personnes les plus exposées au sein de la population¹³ :

- enfants de 1 an, enfants de 10 ans ou individus adultes ;
- résidant dans un rayon de 5 km autour du site (on suppose ici que les habitants restent toute l'année sur leur lieu d'habitation) ;
- séjournant sur les plages les plus proches des points de rejets ;
- pratiquant la baignade en mer au niveau des lieux de baignade les plus proches des points de rejets ;
- ingérant de l'eau de mer par inadvertance lors d'une baignade et du sable lors d'un séjour sur la plage ;
- ingérant des produits de la pêche locale (poissons, mollusques, crustacés), pêchés à proximité des ouvrages de rejets :
 - soit de manière modérée (« consommateur moyen ») ;
 - soit de manière importante (« grand consommateur de produits de la mer ») ;
- ingérant des produits végétaux impactés par les dépôts atmosphériques.

¹⁰ National Radiological Protection Board – NRPB W41 – 05/2003 – « Generalised Habit Data for Radiological Assessments » (Smith et Jones, 2003).

¹¹ Commission Internationale de Protection Radiologique.

¹² CIBLEX, novembre 2003 – Banque de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué, Publication ADEME – IRSN.

¹³ À l'exclusion des personnes ayant des habitudes extrêmes ou rares.

Un scénario d'exposition correspondant à une consommation élevée de produits de la mer est également considéré à titre de sensibilité en raison d'habitudes alimentaires spécifiques aux sites situés en bord de mer (« grand consommateur de produit de la mer »). Cette étude de sensibilité est présentée en [Annexe 7](#).

La personne représentative correspond aux personnes pouvant recevoir la dose efficace annuelle maximale induite par les rejets d'effluents radioactifs d'un site parmi l'ensemble des lieux d'étude dans un rayon de 5 km autour du site. Au vu des résultats de dose efficace annuelle liée aux rejets d'effluents radioactifs du site (rejets aux limites d'autorisation), la personne représentative est située sur la commune de Flamanville.

8.2.1.1.6. Résultats de l'évaluation de l'impact dosimétrique à l'homme des rejets d'effluents radioactifs

Le tableau (Cf. [Tableau 8.b](#)) présente les résultats de dose efficace annuelle liée aux rejets d'effluents radioactifs du site (rejets aux limites d'autorisation).

Tableau 8.b : Doses efficaces annuelles par voie d'exposition (Sv/an) pour les rejets d'effluents radioactifs aux limites d'autorisation du site de Flamanville

Dose efficace annuelle pour la personne représentative (Sv/an)	
ADULTE	
Dose efficace annuelle externe hors panache	$3,6 \cdot 10^{-8}$
Dose efficace annuelle externe due au panache	$8,6 \cdot 10^{-8}$
Dose efficace annuelle interne due à l'inhalation	$3,0 \cdot 10^{-8}$
Dose efficace annuelle interne due à l'ingestion	$6,5 \cdot 10^{-7}$
Dose efficace annuelle TOTALE	$8,0 \cdot 10^{-7}$
ENFANT DE 10 ANS	
Dose efficace annuelle externe hors panache	$3,7 \cdot 10^{-8}$
Dose efficace annuelle externe due au panache	$8,7 \cdot 10^{-8}$
Dose efficace annuelle interne due à l'inhalation	$2,5 \cdot 10^{-8}$
Dose efficace annuelle interne due à l'ingestion	$4,0 \cdot 10^{-7}$
Dose efficace annuelle TOTALE	$5,5 \cdot 10^{-7}$
ENFANT DE 1 AN	
Dose efficace annuelle externe hors panache	$3,6 \cdot 10^{-8}$
Dose efficace annuelle externe due au panache	$9,3 \cdot 10^{-8}$
Dose efficace annuelle interne due à l'inhalation	$3,4 \cdot 10^{-8}$
Dose efficace annuelle interne due à l'ingestion	$4,7 \cdot 10^{-7}$
Dose efficace annuelle TOTALE	$6,3 \cdot 10^{-7}$

Pour les personnes représentatives situées sur la commune Flamanville, la dose efficace totale annuelle liée aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées de l'installation, incluant le réacteur 3, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée :

- pour l'adulte, à $8,0 \cdot 10^{-7}$ Sv/an, soit moins de 1 μ Sv/an ;
- pour l'enfant de 10 ans, à $5,5 \cdot 10^{-7}$ Sv/an, soit moins de 1 μ Sv/an ;
- pour l'enfant de 1 an, à $6,3 \cdot 10^{-7}$ Sv/an, soit moins de 1 μ Sv/an.

Chacune de ces doses représente moins de 1/1 000 de la limite annuelle d'exposition fixée à 1 mSv par l'article R. 1333-11 du code de la santé publique.

Afin de mettre en perspective les doses calculées par rapport à d'autres modes d'exposition, la [Figure 8.m](#) ci-dessous présente des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes.

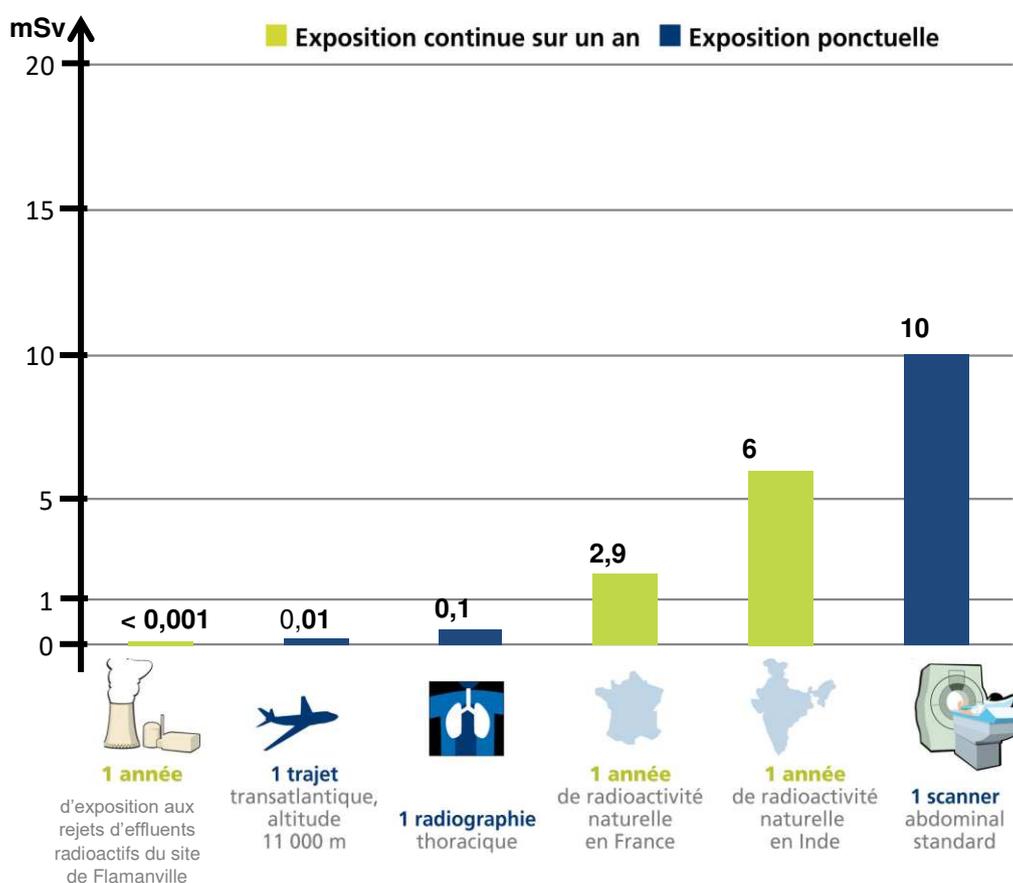


Figure 8.m : Échelle des expositions

8.2.1.2. ÉVALUATION DE L'EXPOSITION DU PUBLIC AUX RAYONNEMENTS IONISANTS PAR IRRADIATION DIRECTE

↘ DÉFINITION

L'irradiation externe directe représente l'exposition du public aux rayonnements ionisants provoqués par l'installation.

Dans le cadre de la surveillance de la surveillance de l'environnement, plusieurs balises de mesure de débit de dose gamma ambiant sont implantées en limite du site de Flamanville (Cf. [Figure 8.n](#) pour l'emplacement des balises KRS en clôture de site).

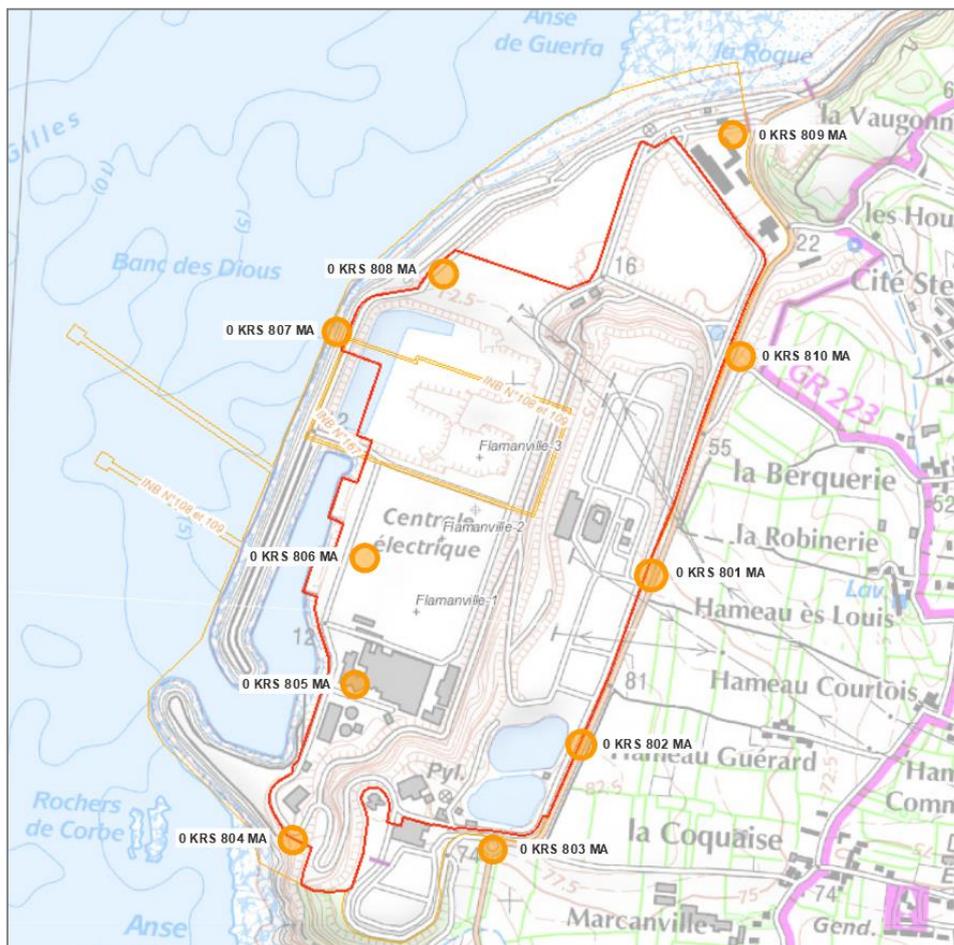


Figure 8.n : Emplacement des balises de mesure du débit de dose gamma ambiant en clôture du site de Flamanville

La méthode d'évaluation de la dose annuelle due à l'irradiation directe est basée sur la règle d'atténuation en fonction de la distance (atténuation inversement proportionnelle au carré de la distance).

Dans la présente évaluation, il est considéré de manière enveloppe et pénalisante un débit de dose en clôture du site fixé à 114 nSv/h correspondant à la limite réglementaire d'exposition de 1 mSv/an fixée par l'article R. 1333-11 du code de la santé publique. L'évaluation de l'exposition du public par irradiation directe est effectuée pour la personne représentative déterminée pour les rejets d'effluents radioactifs.

La méthode prend également en compte les temps passés à l'intérieur et à l'extérieur des habitations. Ce budget-temps varie selon les sites et selon les classes d'âge (Cf. [Annexe 7](#)).

Pour le scénario où la personne représentative est supposée être en permanence à proximité de son habitation pendant le temps qu'elle passe à l'extérieur (scénario réaliste), la dose par exposition externe du fait des rayonnements ionisants est estimée :

- pour l'adulte, à 333 $\mu\text{Sv}/\text{an}$;
- pour l'enfant de 10 ans, à 287 $\mu\text{Sv}/\text{an}$;
- pour l'enfant de 1 an, à 264 $\mu\text{Sv}/\text{an}$.

Pour le scénario où la personne représentative passe 1 heure par jour du temps qu'elle passe à l'extérieur à se promener à proximité immédiate de la clôture du site de Flamanville (scénario promeneur), la dose par exposition externe du fait des rayonnements ionisants est estimée :

- pour l'adulte, à 354 $\mu\text{Sv}/\text{an}$;
- pour l'enfant de 10 ans, à 307 $\mu\text{Sv}/\text{an}$;
- pour l'enfant de 1 an, à 285 $\mu\text{Sv}/\text{an}$.

Ainsi, la dose par exposition externe du fait des rayonnements du site de Flamanville, incluant le réacteur 3 en fonctionnement, est plus de deux fois inférieure à la limite annuelle d'exposition fixée à 1 mSv par l'article R. 1333-11 du code de la santé publique.

De plus, ces doses calculées sont à comparer avec la dose annuelle due à l'exposition naturelle dans le département de la Manche, qui est de l'ordre de 760 $\mu\text{Sv}/\text{an}$.

8.2.1.3. CONCLUSION CONCERNANT L'ÉVALUATION DE L'IMPACT DOSIMÉTRIQUE À L'HOMME

Au vu des doses calculées dans les [Paragraphe 8.2.1.1](#) et [8.2.1.2](#), le cumul des doses reçues par la personne représentative dues aux rejets d'effluents radioactifs et via l'irradiation directe ne sont pas susceptibles de remettre en cause le respect de la limite annuelle d'exposition fixée à 1 mSv par l'article R. 1333-11 du code de la santé publique.

8.2.2. ÉVALUATION DU RISQUE SANITAIRE DES REJETS CHIMIQUES

La méthodologie suivie dans cette étude se réfère au guide méthodologique de l'Institut National de l'Environnement et des RISques (INERIS) « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » (août 2013)¹⁴.

La démarche s'articule en deux étapes :

- d'une part, une Interprétation de l'État des Milieux (IEM). Il s'agit d'une évaluation de la situation actuelle de l'environnement, impactée par un ensemble d'activités (quelles que soient leurs origines), sur la base d'observations des milieux et de leurs usages. L'IEM est réalisée sur la base des données des surveillances et de mesures spécifiques ;
- d'autre part, une Évaluation Prospective des Risques Sanitaires (EPRS), basée sur la modélisation des rejets attribuables au site de Flamanville, incluant l'exploitation du réacteur 3.

8.2.2.1. INTERPRÉTATION DE L'ÉTAT DES MILIEUX

8.2.2.1.1. Principe de la démarche

La démarche d'Interprétation de l'État des Milieux (IEM) a pour objet de vérifier la compatibilité entre l'environnement et les usages qui en sont faits.

Pour chaque substance étudiée, la démarche d'IEM est appliquée en deux temps :

- il s'agit tout d'abord de comparer les valeurs mesurées hors et en zone d'influence du rejet pour évaluer l'influence du site sur le milieu récepteur ;
- puis, en cas d'influence sur le milieu récepteur attribuable au site, de positionner ces valeurs mesurées par rapport aux valeurs repères pour évaluer la compatibilité du milieu environnemental avec les usages qui en sont faits.

8.2.2.1.2. Évaluation de l'influence attribuable à l'installation

8.2.2.1.2.1. Caractérisation des milieux

Les compartiments étudiés pour l'évaluation des risques sanitaires sont l'eau (ingestion d'eau de la baignade par inadvertance) et les produits de la mer issus des pratiques de pêche.

Les rejets liquides du site étant effectués dans la Manche directement, en première approche l'IEM est déclinée sur ce milieu uniquement¹⁵.

L'environnement local témoin correspond à la Manche hors zone d'influence du point du rejet du site de Flamanville.

¹⁴ DRC-12-125929-13162B – Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées – Impact des activités humaines sur les milieux et la santé, INERIS, août 2013.

¹⁵ Compte-tenu de la nature des rejets, des faibles quantités de rejets chimiques à l'atmosphère, de leur courte durée, de leur faible occurrence ou de l'absence de valeur de référence pour la santé humaine, l'IEM n'est pas menée pour les rejets chimiques atmosphériques des sites.

Les données de surveillance des substances rejetées par le site de Flamanville, et des paramètres généraux de qualité d'eau, sont présentées au [Paragraphe 4.2.3 du Chapitre 4](#) et en [Annexe 5](#). Elles sont issues :

- des résultats de la surveillance environnementale du site de Flamanville réalisée par EDF : campagnes de surveillance hydroécologique réalisées sur la période [2010-2019] ;
- des résultats de mesures anticipatrices réalisées par EDF : campagnes mises en place de mai à août 2020.

La composition précise des mélanges et les éventuelles hypothèses posées sur les substances rejetées, sont détaillées en [Annexe 7](#).

Les oxydants résiduels disparaissent rapidement dans l'eau de mer par diverses réactions physiques et chimiques et ne sont pas, par conséquent, considérés dans l'IEM.

Les chlorures et le sodium sont naturellement présents dans le milieu marin. La Manche a une salinité moyenne de 35, elle contient d'ores-et-déjà une grande quantité de chlorures et de sodium. Ces substances ne sont par conséquent pas considérées dans l'IEM (les concentrations ajoutées en mer au point de rejet sont faibles au regard des valeurs de référence en mer pour ces substances).

En l'absence de données de surveillance pour les composés des anti-incrustants, l'IEM n'est pas réalisée pour ces substances.

8.2.2.1.2.2. Analyse

Pour les substances dont les concentrations mesurées hors et en zone d'influence du rejet du site sont supérieures à la limite de quantification¹⁶ du laboratoire d'analyse, le [Tableau 8.c](#) présente et compare les valeurs de concentrations mesurées dans la Manche hors et en zone d'influence du rejet du site de Flamanville.

Tableau 8.c : Concentrations mesurées dans la Manche hors et en zone d'influence du point de rejet du site de Flamanville et comparaison des valeurs

Paramètres	[C] hors zone d'influence moyenne (mg/L)	[C] en zone d'influence moyenne (mg/L)	Comparaison
Acide borique	$3,0 \cdot 10^+1$	$3,0 \cdot 10^+1$	Même OG
Aluminium	$7,8 \cdot 10^-2$	$8,2 \cdot 10^-2$	Même OG
Ammonium	$7,3 \cdot 10^-3$	$5,9 \cdot 10^-3$	Même OG
Bromoforme	$2,0 \cdot 10^-4$	$2,1 \cdot 10^-4$	Même OG
Détergents anioniques	$2,0 \cdot 10^-2$	$< 2,0 \cdot 10^-2$	Même OG
Détergents cationiques	$1,0 \cdot 10^-1$	$1,1 \cdot 10^-1$	Même OG
Détergents non ioniques	$5,0 \cdot 10^-2$	$5,3 \cdot 10^-2$	Même OG

¹⁶ Les concentrations en hydrazine, éthanolamine, méthylamine, éthylamine, acide oxalique (oxalates), acide formique (formiates), acide glycolique (glycolates), acide acétique (acétates), cuivre, chrome, nickel, plomb, DCO (Demande Chimique en Oxygène), la DBO₅ (Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours) et en lithine ont toujours été inférieures aux limites de quantification du laboratoire d'analyse. Il est à noter que les limites de quantification du laboratoire d'analyse pour la DCO et DBO₅ sont très élevées néanmoins la contribution du site pour ces deux paramètres est mineure (moins de 0,1 mg/L). Pour l'ensemble de ces substances, le site n'a donc pas d'influence sur le milieu récepteur.

Paramètres	[C] hors zone d'influence moyenne (mg/L)	[C] en zone d'influence moyenne (mg/L)	Comparaison
Fer	$2,8 \cdot 10^{-1}$	$2,8 \cdot 10^{-1}$	Même OG
Manganèse	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$< 2,5 \cdot 10^{-2}$	Même OG
MES (Matières En Suspension)	$1,0 \cdot 10^{+1}$	$1,3 \cdot 10^{+1}$	Même OG
Nitrates	$2,4 \cdot 10^{-1}$	$2,3 \cdot 10^{-1}$	Même OG
Phosphates	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	Même OG
Sulfates	$2,6 \cdot 10^{+3}$	$2,6 \cdot 10^{+3}$	Même OG
Zinc	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$5,1 \cdot 10^{-2}$	Même OG

Avec OG : Ordre de Grandeur

Les concentrations moyennes annuelles mesurées en zone d'influence sont inférieures ou du même ordre de grandeur que celles mesurées hors zone d'influence du rejet.

Les rejets actuels du CNPE de Flamanville n'ont pas d'influence sur l'état chimique de la Manche, il n'est pas nécessaire de réaliser une évaluation de la compatibilité des milieux.

8.2.2.2. ÉVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES DES REJETS CHIMIQUES LIQUIDES

8.2.2.2.1. Généralités

La méthodologie retenue pour l'évaluation des risques sanitaires des rejets de substances chimiques du site de Flamanville, incluant le réacteur 3, est celle de l'Évaluation Prospective des Risques Sanitaires (EPRS). Cette démarche est basée sur les recommandations définies par l'INERIS¹⁴.

L'EPRS développée par la suite est structurée en quatre étapes :

Étape 1 : bilan des substances rejetées

Cette étape consiste en l'inventaire de l'ensemble des substances rejetées dans l'environnement par le site.

Étape 2 : identification des dangers, évaluation des relations dose-réponse et identification des traceurs de risque sanitaire

Cette étape consiste à présenter les effets des substances, les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) et à sélectionner les traceurs de risque, c'est-à-dire les substances les plus représentatives et susceptibles de générer des effets sanitaires chez les personnes qui y sont exposées.

Étape 3 : évaluation de l'exposition des populations

Cette étape consiste à décrire les populations exposées, à déterminer leurs caractéristiques d'exposition (voie de transfert vers l'homme, durée...), ainsi qu'à quantifier les doses d'exposition.

Étape 4 : caractérisation des risques

Cette étape consiste, à partir des résultats des deux étapes précédentes, à évaluer le risque engendré par les rejets attribuables à l'installation auxquels les populations riveraines peuvent être exposées.

L'EPRS s'appuie sur le principe de proportionnalité qui veille à ce qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude et l'importance du rejet et sa toxicité. Il s'agit d'une évaluation substance par substance. Suivant les recommandations de l'INERIS, il est effectué ici une évaluation des risques sanitaires dite de premier niveau en adoptant une approche simplifiée pour évaluer l'exposition aux substances chimiques rejetées. De plus, l'EPRS est adaptée aux caractéristiques du site et de son environnement (principe de spécificité).

8.2.2.2.2. Évaluation prospective des risques sanitaires des rejets chimiques liquides

8.2.2.2.2.1. Étape 1 : bilan des substances rejetées par voie liquide

Cette première étape consiste en l'inventaire des substances rejetées par voie liquide par le site de Flamanville. Ces substances sont celles liées au fonctionnement du site de Flamanville (réacteurs 1, 2 et 3) et sont présentées au [Paragraphe 2.4.4 du Chapitre 2](#).

Ainsi, les effluents chimiques liquides sont essentiellement issus :

- des réservoirs T, S et Ex,
- de l'électrochloration de l'eau de mer,
- de la station de production d'eau déminéralisée (dessalement et déminéralisation),
- de la station d'épuration.

Les flux rejetés sont également présentés au [Paragraphe 2.4.4 du Chapitre 2](#).

Les paramètres DCO (Demande Chimique en Oxygène), DBO₅ (Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours) et MES (Matière En Suspension) n'étant pas des substances à proprement parler, elles ne sont pas considérées dans le cadre de l'EPRS.

Les oxydants résiduels disparaissent rapidement dans l'eau de mer par diverses réactions physiques et chimiques et ne sont pas, par conséquent, considérés dans l'EPRS.

Pour rappel, deux types de produits anti-incrustants utilisés sur l'unité de dessalement du site de Flamanville sont retenus dans l'évaluation de risque sanitaire.

La composition précise des mélanges et les éventuelles hypothèses posées sur les substances rejetées, sont détaillées en [Annexe 7](#).

8.2.2.2.2.2. Étape 2 : identification des dangers, évaluation des relations dose-réponse et identification des traceurs de risque sanitaire

Les encarts suivants permettent de faire le point sur les notions utiles à la compréhension :

NOTIONS D'EXPOSITION AIGÛE ET CHRONIQUE

Les **expositions chroniques** sont des expositions sur des durées longues dans le temps (supérieures à un an), continues ou répétées dans le temps, à des doses « faibles ».

Les **expositions aigües** correspondent à des expositions de courtes durées de l'ordre de la journée à des doses plus élevées.

L'étude de ces expositions extrêmes permet de considérer de manière satisfaisante l'ensemble des risques sanitaires pouvant résulter des rejets d'un site. Elle correspond en pratique à un scénario moyen et à un scénario maximal d'exposition.

NOTION DE VALEUR TOXICOLOGIQUE DE RÉFÉRENCE (VTR)

Les VTR traduisent la relation quantitative qui existe entre la dose ou la concentration d'exposition et la probabilité d'apparition d'un effet sanitaire lié à une exposition aiguë ou à une exposition chronique continue ou répétée dans le temps.

TYPE D'EFFET

Effets à seuil : effets survenant au-delà d'une certaine dose, provoquant des dommages dont la gravité augmente avec la dose d'exposition. En dessous de cette dose, il n'y a pas d'effet sur la santé. Au-delà de cette dose, l'apparition d'un effet sanitaire chronique est possible. La VTR correspond dans ce cas à un niveau d'exposition en deçà duquel il est considéré que l'effet ne surviendra pas. La VTR correspond à une Dose Journalière Admissible (DJA) qui s'exprime en mg/kg/j.

Effets sans seuil : effets qui peuvent apparaître quelle que soit la dose reçue. Il existe une probabilité d'apparition du danger quelle que soit la dose, d'où l'absence de seuil de dose. Il est considéré que la probabilité de survenue d'un effet, le plus souvent cancérigène, croît avec la dose. La VTR s'exprime alors en Excès de Risque Unitaire (ERU), qui correspond à la probabilité supplémentaire par rapport à un sujet non exposé qu'un individu contracte un effet s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose de la substance.

VTR retenues pour l'EPRS

Dans un premier temps, l'inventaire des VTR disponibles dans les bases de données des organismes qui élaborent des VTR pour les substances considérées est réalisé.

La sélection des VTR est réalisée selon les préconisations de la note d'information de la Direction Générale de la Santé n° DGS/EA/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence. Ces critères de sélection sont détaillés en [Annexe 7](#).

Lors de l'étude de l'exposition des populations aux rejets de substances liquides, les voies d'exposition potentielles retenues sont l'ingestion d'eau par inadvertance lors de la baignade et la consommation de produits de la mer issus de la pêche locale (Cf. [Paragraphe 8.2.2.2.3](#)). Par conséquent, seules les VTR correspondant à la voie orale sont présentées. Au regard des caractéristiques de rejet des substances étudiées et des scénarii d'exposition potentiels présentés au [Paragraphe 8.2.2.2.3](#), les VTR, les effets liés à une exposition chronique et aiguë de l'ensemble des substances étudiées et les acronymes sont rapportés en [Annexe 7](#).

Exposition chronique

Les VTR retenues pour les calculs liés à l'exposition chronique (VTR à seuil ou sans seuil) sont présentées dans le [Tableau 8.d](#). Seules les substances disposant de VTR sont présentées.

L'un des anti-incrustants utilisés est susceptible de contenir de l'acide acrylique à une concentration maximale de 2 % en masse dans le produit commercial. L'acide acrylique possédant une VTR chronique à seuil, cette substance est également présentée dans le [Tableau 8.d](#).

Tableau 8.d : VTR retenues pour l'exposition chronique par voie orale

Substance	Type d'effet	Origine des données (Animales - A / Humaines - H)	VTR	Effet critique	Source
Acide acrylique	Effets à seuil	A	$3,10 \cdot 10^0$ mg/kg/j	Pas d'effet observé	OMS-IPCS 1997
Acide borique ¹⁷	Effets à seuil	A	$1,7 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Réduction du poids fœtal	OMS 2009
Aluminium	Effets à seuil	A	$1,4 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Développement du système nerveux	EFSA 2008 / JECFA 2006
Bromoforme	Effets à seuil	A	$2,0 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j	Hépatotoxicité	US EPA 1991/ OMS 2004 (retenu par l'INERIS)
	Effet sans seuil	A	$7,9 \cdot 10^{-3}$ (mg/kg/j) ⁻¹	Tumeurs du gros intestin	US-EPA 1991 (retenu par l'INERIS, 2014)
Chrome (VI) ¹⁸	Effets à seuil	A	$9,0 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j	Gastro-entérologique	ATSDR 2012
	Effets sans seuil	A	$5,0 \cdot 10^{-1}$ (mg/kg/j) ⁻¹	Tumeurs de l'intestin grêle	OEHHA 2011
Cuivre	Effets à seuil	H	$4,26 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Gastro-intestinaux	Santé Canada 2018
Hydrazine	Effets sans seuil	A	$3,0 \cdot 10^0$ (mg/kg/j) ⁻¹	Cancer du foie	US EPA 1991
Manganèse	Effets à seuil	H	$5,5 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j	Développement du système nerveux	INSPQ 2017
Nickel	Effets à seuil	A	$2,8 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j	Mortalité périnatale	EFSA 2015
Nitrates	Effets à seuil	H	$4,0 \cdot 10^0$ mg/kg/j	Méthémoglobinémie	ATSDR 2017
Plomb	Effets à seuil	H	$6,3 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j	Plombémie / néphrotoxicité	ANSES 2013
	Effets sans seuil	A	$8,5 \cdot 10^{-3}$ (mg/kg/j) ⁻¹ (plomb et ses composés inorganiques)	Tumeurs rénales	OEHHA 2009
Zinc	Effets à seuil	H	$3,0 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Hématologique	US EPA 2005

¹⁷ Les VTR de l'acide borique étant exprimées en équivalent bore, un facteur de conversion de 0,1748 est appliqué aux flux d'acide borique pour le calcul des expositions (rapport des masses moléculaires). Dans la suite du document, les concentrations en acide borique sont exprimées en équivalent bore.

¹⁸ La spéciation du chrome n'est pas définie dans les caractéristiques des rejets. Dans le cadre de cette étude, il est considéré de manière pénalisante que c'est du chrome VI qui est rejeté. En effet, des effets cancérogènes sont relevés avec une VTR associée pour le chrome VI.

Exposition aiguë

Le [Tableau 8.e](#) présente les VTR retenues pour l'évaluation des risques sanitaires pour une exposition aiguë.

Tableau 8.e : VTR retenues pour l'exposition aiguë par voie orale

Substance	Origine des données (Animales - A / Humaines - H)	VTR	Effet critique	Source
Acide borique ¹⁹	A	2,0.10 ⁻¹ mg/kg/j	Malformation et réduction du poids fœtal	ATSDR 2009
Bromoforme	A	7,0.10 ⁻¹ mg/kg/j	Hépatotoxicité	ATSDR 2005 (retenu par l'INERIS, 2014)
Cuivre	H	1,0.10 ⁻² mg/kg/j	Gastro-intestinaux	ATSDR 2004
Nickel	H	1,1.10 ⁻⁴ mg/kg/j	Sensibilisation (dermatite)	EFSA 2015
Nitrates	H	4,0.10 ⁰ mg/kg/j	Méthémoglobinémie	ATSDR 2017

Identification des traceurs de risque sanitaire

NOTION DE TRACEUR DE RISQUE SANITAIRE

Un traceur de risque sanitaire est défini comme étant une substance susceptible de générer des effets sanitaires chez les personnes qui y sont exposées. Le choix de la substance en tant que traceur de risque sanitaire est évalué selon les effets sur la santé (étude des VTR) et selon les quantités émises dans l'environnement (étude des flux émis).

Une sélection des substances à retenir pour l'évaluation des risques sanitaires est réalisée selon le schéma présenté en page suivante (Cf. [Figure 8.o](#)). Cette sélection est effectuée parmi les substances liquides rejetées par le site de Flamanville et considérées en tant que données d'entrée pour l'étude d'impact.

¹⁹ Les VTR de l'acide borique étant exprimées en équivalent bore, un facteur de conversion de 0,1748 est appliqué aux flux d'acide borique pour le calcul des expositions (rapport des masses moléculaires). Dans la suite du document, les concentrations en acide borique sont exprimées en équivalent bore.

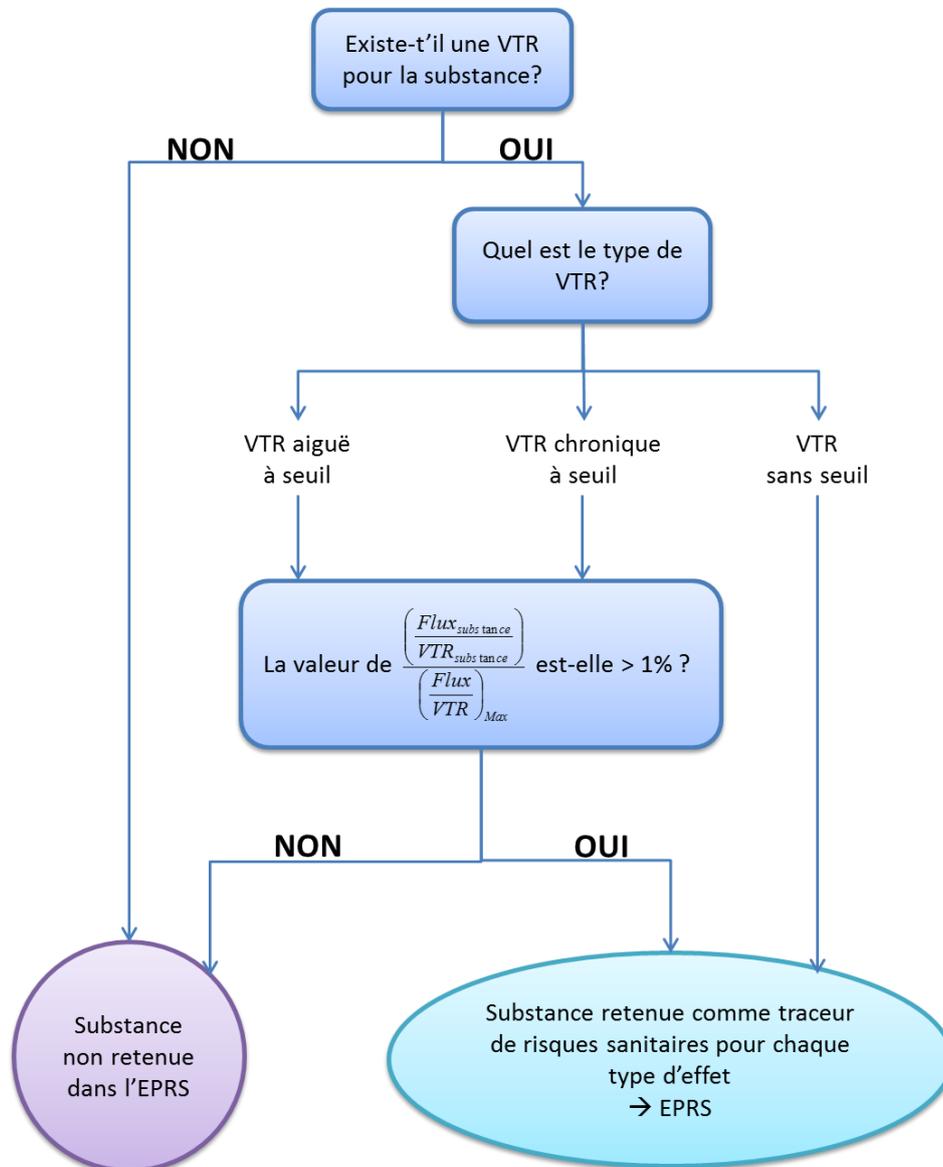


Figure 8.o : Schéma de sélection des traceurs de risque sanitaire

Le ratio $\frac{\left(\frac{Flux}{VTR}\right)_{substance}}{\left(\frac{Flux}{VTR}\right)_{Max}}$ permet de sélectionner la substance selon sa dangerosité pondérée par le flux émis, le tout étant normalisé par le ratio maximal déterminé pour toutes les substances pour chaque type d'exposition. La limite de 1 % a été fixée de manière à être suffisamment discriminante, tout en permettant de conserver les principales substances représentatives des risques induits par les rejets (que ce soit pour l'exposition chronique d'une part et pour l'exposition aiguë d'autre part).

En complément de cette sélection, le caractère bioaccumulable et persistant dans l'environnement des substances non retenues comme traceurs de risque sanitaire à l'issue de cette étape est étudié. Les substances bioaccumulables (Cf. [Paragraphe 8.2.2.2.2.3](#)) et/ou persistantes dans l'environnement peuvent alors également être retenues comme traceur de risques sanitaires.

Substances exclues de la sélection

Aucune VTR chronique sans seuil ou à seuil, ni aiguë à seuil n'a été identifiée selon les critères de la note d'information de la DGS²⁰ pour les substances suivantes : lithine, éthanolamine, détergents, acétate/acide acétique, phosphites, sodium, chlorures, méthylamine, éthylamine, formiates, glycolates, oxalates, azote, ammonium, phosphates, fer, sulfates, ainsi que les substances (autres que l'acide acrylique) entrant dans la composition des anti-incrustants (acide étidronique (HEDP), polyacrylate de sodium, ATMP (composés appartenant à la famille des acides aminoalkylphosphoniques)).

Ces substances sont donc écartées de la sélection des substances retenues pour l'EPRS. Des données toxicologiques pour ces substances, ainsi que des éléments quantitatifs (par exemple les valeurs guides de l'OMS pour l'eau destinée à la consommation humaine) sont présentés en [Annexe 7](#). Pour ces substances exclues de l'EPRS, les concentrations calculées dans les milieux sont également données à titre d'information en [Annexe 7](#). À partir de ces éléments, aucun risque sanitaire n'est qualitativement mis en évidence.

Synthèse de la sélection des substances

Les substances retenues pour l'EPRS, selon le schéma représenté en [Figure 8.o](#), sont présentées dans le [Tableau 8.f](#).

Tableau 8.f : Synthèse de la sélection des substances retenues dans l'EPRS

Substance	Exposition aiguë à seuil		Exposition chronique à seuil		Exposition chronique sans seuil
	Ratio / Ratio Max	Substance sélectionnée pour l'EPRS	Ratio / Ratio Max	Substance sélectionnée pour l'EPRS	Substance sélectionnée pour l'EPRS
Acide acrylique	/	Non	< 1 %	Non	Non
Acide borique	100 %	Oui	1,4 %	Oui	Non
Aluminium	/	Non	< 1 %	Non	Non
Bromoforme	5,0 %	Oui	100 %	Oui	Oui
Chrome (VI)	/	Non	< 1 %	Non	Oui
Cuivre	2,9 %	Oui	< 1 %	Non	Non
Hydrazine	/	Non	/	Non	Oui
Manganèse	/	Non	< 1 %	Non	Non
Nickel	33 %	Oui	< 1 %	Non	Non
Nitrates	4,9 %	Oui	2,5 %	Oui	Non
Plomb	/	Non	< 1 %	Non	Oui
Zinc	/	Non	< 1 %	Non	Non

²⁰ Note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

8.2.2.2.3. Étape 3 : évaluation de l'exposition des populations

Populations considérées

La présente étude considère les catégories de population adulte, enfant de 10 ans et enfant de 1 an, résidant au voisinage du site de Flamanville. Une étude de sensibilité est présentée pour le groupe « grands consommateurs de produits de la mer » (enfant de 10 ans et adulte) en [Annexe 7](#).

À noter que les VTR utilisées pour l'évaluation des risques sanitaires sont évaluées de façon à prendre en considération les populations dites sensibles comme les enfants, les personnes âgées ou les femmes enceintes.

Voies d'exposition considérées

Les rejets des substances chimiques liquides par le site de Flamanville sont effectués essentiellement dans la Manche.

De façon à estimer les voies d'exposition pertinentes dans le cadre de cette étude, l'examen des utilisations directes et indirectes de l'eau de la Manche est réalisé au [Paragraphe 8.5.3](#). En considérant les différents usages et les hypothèses simplificatrices détaillés dans ce même paragraphe, les voies d'exposition considérées dans le cadre de cette étude sont la consommation de produits de la mer et l'ingestion accidentelle d'eau de mer lors de la baignade.

Les produits de la mer sont supposés être pêchés dans le champ proche des rejets. Concernant le lieu de baignade, la plage la plus proche est celle de Diélette, considérée comme étant dans le champ lointain du rejet.

Durée d'exposition considérée

Deux types d'exposition sont étudiés, les expositions chroniques qui sont des expositions sur des durées longues dans le temps (supérieures à un an) et les expositions aiguës qui sont des expositions de courte durée (de l'ordre de la journée).

Concentrations dans l'environnement

Dans le cadre de cette étude, les calculs des concentrations dans les différents milieux d'exposition étudiés (eau en zone de baignade et produits de la mer) sont réalisés pour les substances étudiées.

Modélisation de la dilution

Les effluents liquides rejetés dans la mer via les galeries de rejet du site subissent une première dilution dans les eaux de refroidissement, qui se diluent ensuite dans la mer en formant un panache au sein duquel la concentration des substances chimiques décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point de rejet. Cette deuxième dilution est prise en compte via l'utilisation de facteurs de dilution.

Substances chimiques hors traitement par électrochloration

Pour le scénario d'exposition chronique, le calcul des concentrations moyennes ajoutées dans les eaux de refroidissement (première dilution) est basé sur les flux annuels de rejet et un débit de rejet des eaux de refroidissement de 44 m³/s.

Pour le scénario d'exposition aiguë, le calcul des concentrations maximales ajoutées dans les eaux de refroidissement (première dilution) est basé sur les flux 24 heures et un débit de rejet des eaux de refroidissement de 22,5 m³/s.

Substance chimique issue du traitement par électrochloration (bromoforme)

Pour le scénario d'exposition chronique, le calcul des concentrations moyennes ajoutées dans les eaux de refroidissement (première dilution) est basé sur les flux annuels de rejet et un débit de rejet des eaux de refroidissement de 154 m³/s.

Pour le scénario d'exposition aiguë, le calcul des concentrations maximales ajoutées dans les eaux de refroidissement (première dilution) est basé sur les flux 24 heures et un débit de rejet des eaux de refroidissement de 81 m³/s.

Les facteurs de deuxième dilution, liés à la distance du point de rejet, sont présentés dans les paragraphes suivants.

Concentrations moyennes et maximales dans la mer en zone de baignade

Pour l'exposition par ingestion d'eau de mer lors de la baignade, la concentration de l'eau de mer au niveau de la plage la plus proche est calculée avec un facteur de dilution de respectivement 0,06 pour les substances chimiques hors traitement par électrochloration, et 0,08 pour le bromoforme (issu du traitement par électrochloration) (Cf. [Annexe 5](#)).

Le [Tableau 8.g](#) fournit les valeurs des concentrations moyennes annuelles ajoutées.

Tableau 8.g : Concentrations moyennes annuelles en champ lointain

Substance	Flux annuel (kg)	Concentration moyenne – Champ lointain (mg/L)
Acide borique	23 600	1,8.10 ⁻⁴
Bromoforme	34 686	5,7.10 ⁻⁴
Chrome (VI)	3,0	1,3.10 ⁻⁷
Hydrazine	54	2,3.10 ⁻⁶
Nitrates	175 319	7,6.10 ⁻³
Plomb	3,0	1,3.10 ⁻⁷

Le [Tableau 8.h](#) fournit les valeurs des concentrations maximales ajoutées.

Tableau 8.h : Concentrations maximales en champ lointain

Substance	Flux 24 heures (kg)	Concentration maximale – Champ lointain (mg/L)
Acide borique	5 600	3,0.10 ⁻²
Bromoforme	170	1,9.10 ⁻³
Cuivre	1,40	4,3.10 ⁻⁵
Nickel	0,18	5,6.10 ⁻⁶
Nitrates	952	2,9.10 ⁻²

Concentrations moyennes et maximales dans les produits de la mer

Les concentrations dans les produits de la mer (poissons, mollusques et crustacés) sont calculées à partir des concentrations dans l'eau de mer au niveau de la zone de pêche avec :

- un facteur de dilution de respectivement 0,11 pour les substances chimiques hors traitement par électrochloration, et 0,13 pour le bromoforme (issu du traitement par électrochloration) (Cf. [Annexe 5](#)),
- des facteurs de bioconcentration (BCF)²¹ s'ils sont disponibles.

Les concentrations dans l'eau de mer sont présentées en [Annexe 7](#). La concentration dans l'animal est égale au produit de la concentration dans l'eau de mer par le BCF.

Pour les substances dont le BCF est supérieur à 1, il y a une accumulation, même faible, de la substance dans les produits de la mer. Les valeurs de BCF retenues sont issues du GRNC²² pour l'acide borique (bore), l'hydrazine, le cuivre, le nickel, le plomb et le bromoforme, de l'INERIS pour le chrome VI.

Les substances dont le BCF est inférieur à 1 ou n'est pas défini (cas des nitrates) n'ont pas tendance à se retrouver dans la chair des produits de la mer. Cependant, elles sont solubles dans l'eau et peuvent donc se retrouver dans la partie aqueuse des organismes marins. Pour de telles substances, il est considéré de manière pénalisante que la concentration dans les organismes marins est égale à la concentration dans l'eau (ce qui revient à considérer un BCF de 1).

Les BCF sont présentés dans le [Tableau 8.i](#).

Tableau 8.i : Valeurs de bioaccumulation : BCF pour les substances étudiées

Substance	BCF poissons	BCF crustacés	BCF mollusques
Acide borique	1 (GRNC)	1 (GRNC)	1 (GRNC)
Bromoforme	21 (GRNC)	21*	21*
Chrome (VI)	1 (INERIS)	200 (INERIS)	200 (INERIS)
Cuivre	180 (GRNC)	180*	180*
Hydrazine	1 (GRNC)	1 (GRNC)	1 (GRNC)
Nickel	1 000 (GRNC)	1 000 (GRNC)	2 000 (GRNC)
Nitrates	1	1	1
Plomb	200 (GRNC)	1 000 (GRNC)	1 000 (GRNC)

* Il n'existe pas de valeur de BCF pour les mollusques et les crustacés pour ces substances. Par défaut, il est considéré que ceux-ci sont égaux au BCF pour les poissons.

Les concentrations dans la chair des produits de la mer sont présentées dans le [Tableau 8.j](#). Les BCF des poissons, crustacés et mollusques étant identiques pour des substances étudiées, leurs concentrations sont présentées dans une seule colonne du tableau.

²¹ Le BCF est défini comme le rapport entre la concentration dans l'organisme étudié et la concentration dans le milieu pour une substance donnée.

²² GRNC : Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (sous-groupe « Chimiques »), 2002.

Tableau 8.j : Concentrations moyennes et maximales dans les produits de la mer

Substance	Concentration moyenne (mg/kg)			Concentration maximale (mg/kg)		
	Poissons	Crustacés	Mollusques	Poissons	Crustacés	Mollusques
Acide borique	3,3.10 ⁻⁴			5,5.10 ⁻²		
Bromoforme	1,9.10 ⁻²			6,6.10 ⁻²		
Chrome (VI)	2,4.10 ⁻⁷	4,8.10 ⁻⁵		/	/	
Cuivre	/			1,4.10 ⁻²		
Hydrazine	4,3.10 ⁻⁶			/		
Nickel	/	/		1,0.10 ⁻²		2,0.10 ⁻²
Nitrates	1,4.10 ⁻²			5,4.10 ⁻²		
Plomb	4,8.10 ⁻⁵	2,4.10 ⁻⁴		/	/	

Les concentrations moyennes ajoutées dans les produits de la mer en cuivre et en nickel sont fournies en [Annexe 7](#), car ces substances ne sont pas retenues dans l'EPRS pour une exposition chronique.

Les concentrations maximales ajoutées dans les produits de la mer en hydrazine, en chrome VI et en plomb sont fournies en [Annexe 7](#), car ces substances ne sont pas retenues dans l'EPRS pour une exposition aiguë.

Calcul de la Dose Journalière d'Exposition

Afin de caractériser l'exposition des populations aux substances considérées, la Dose Journalière d'Exposition (DJE) est calculée. La DJE correspond, pour chaque substance, à la quantité de celle-ci ingérée quotidiennement par une personne *via* les différentes voies d'exposition (eau et produits de la mer), rapportée à sa masse corporelle. Elle est calculée pour chaque classe d'âge et s'exprime selon la formule suivante :

$$DJE = \frac{\text{Concentration dans le milieu (eau ou produits de la mer)} \times \text{Quantité ingérée quotidiennement}}{\text{Masse corporelle}}$$

La quantité ingérée quotidiennement correspond au produit de la consommation journalière et du taux d'autoconsommation.

Les DJE sont déterminées à partir des concentrations calculées et des paramètres humains présentés dans le [Tableau 8.k](#). Les DJE moyennes pour les substances étudiées pour une exposition chronique et les DJE maximales pour les substances étudiées pour une exposition aiguë sont présentées en [Annexe 7](#).

Tableau 8.k : Paramètres associés aux catégories de population étudiées

		Enfant de 1 an	Enfant de 10 ans	Adulte	Références ²³
Masse corporelle (kg)		10,8	30,6	62,5	CIBLEX ²⁴
Eau de mer ingérée par inadvertance (L/an – chronique ou L/jour – aigu)		0,05	0,10	0,10	Rapport du GRNC ²⁵ (reprend les préconisations du National Radiological Protection Board (NRPB))
Consommation journalière de poissons (kg/j)	Population générale	1,14.10 ⁻²	1,78.10 ⁻²	4,13.10 ⁻²	Enquête locale CREDOC ²⁶ pour l'enfant de 10 ans et l'adulte Enquête nationale Fantino ²⁷ et Enquête INSEE ²⁸ pour l'enfant de 1 an
	Taux d'autoconsommation	22 %	40 %	40 %	
Consommation journalière de crustacés (kg/j)	Population générale	0	2,46.10 ⁻³	6,84.10 ⁻³	
	Taux d'autoconsommation	/	54 %	54 %	
Consommation journalière de mollusques (kg/j)	Population générale	0	1,37.10 ⁻³	7,12.10 ⁻³	
	Taux d'autoconsommation	/	75 %	75 %	

8.2.2.2.4. Étape 4 : caractérisation des risques

La caractérisation des risques s'exprime différemment selon les types d'effets : effets à seuil ou effets sans seuil.

POUR UN EFFET À SEUIL

Pour les effets à seuil, la possibilité de survenue d'un effet toxique critique chez un individu s'exprime sous la forme d'un Quotient de Danger, noté QD, qui est égal au rapport de la DJE et de la Dose Journalière Admissible (DJA), correspondant à la VTR retenue :

$$QD = \frac{DJE}{DJA}$$

Lorsque le QD est inférieur à 1, il n'est pas mis en évidence de risque sanitaire.

²³ Il s'agit des dernières enquêtes et sources documentaires présentant des données consolidées et adaptées à l'évaluation de l'exposition des populations.

²⁴ CIBLEX, novembre 2003 – Banque de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué, Publication ADEME – IRSN.

²⁵ Rapport Groupe Radioécologie Nord-Cotentin – Rapport détaillé du GT4 – Volume 4 – 07/1999 – « Estimation des doses et des risques de leucémie associés ».

²⁶ CREDOC – Juin 1998 – « Enquête sur la consommation alimentaire dans le Nord-Cotentin pour la COGEMA » – Rapport final.

²⁷ Fantino M. et Gourmet E, Apports nutritionnels en France en 2005 chez les enfants non allaités âgés de moins de 36 mois, Archive de pédiatrie 15 (2008) 446-455.

²⁸ Consommation et lieux d'achat des produits alimentaires en 1991, Résultats n° 262-263 Consommation-Modes de vie n° 54-55 – 09/1993, Institut National de la Statistique et des Études Économiques.

POUR UN EFFET SANS SEUIL (CANCÉROGÈNE NOTAMMENT)

Pour les effets sans seuil, le risque s'exprime par un Excès de Risque Individuel (ERI) en fonction de l'Excès de Risque Unitaire (ERU) :

$$ERI = \frac{ERU \times DJE \times nb \text{ d'années d'exposition}}{Durée \text{ d'une vie}}$$

L'ERI représente la probabilité qu'a l'individu de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

Les ERI sont calculés pour chaque substance. La somme des ERI des substances considérées est ensuite réalisée.

La valeur de référence retenue au niveau international par les organismes ou agences en charge de la protection de la santé²⁹ est de 10^{-5} . Elle correspond à une probabilité de 1 sur 100 000 de développer un effet sans seuil.

Lorsque l'ERI est inférieur à 10^{-5} , il n'est pas mis en évidence de risque sanitaire.

Risques liés aux expositions chroniques

- Effets à seuil (effets non cancérogènes)

Le [Tableau 8.1](#) présente les QD pour le scénario d'exposition chronique (effets à seuil).

Tableau 8.1 : Quotients de danger en exposition chronique pour la population

Substance	Enfant de 1 an	Enfant de 10 ans	Adulte
Acide borique	$4,6.10^{-7}$	$6,1.10^{-7}$	$7,9.10^{-7}$
Bromoforme	$2,3.10^{-4}$	$3,0.10^{-4}$	$4,0.10^{-4}$
Nitrates	$8,3.10^{-7}$	$1,1.10^{-6}$	$1,4.10^{-6}$
Valeur de référence	1		

Les QD étant inférieurs à 1 pour les rejets aux flux étudiés, il n'est pas mis en évidence de risque sanitaire pour une exposition chronique due aux rejets annuels d'acide borique, de bromoforme et de nitrates par le site de Flamanville, par la consommation de produits de la mer et par ingestion d'eau de mer par inadvertance lors de la baignade.

²⁹ Circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations soumises à autorisation.

- Effets sans seuil (effets cancérogènes)

Le [Tableau 8.m](#) présente les ERI calculés pour les substances à effet sans seuil, ainsi que la somme des ERI pour les effets cancérogènes.

Tableau 8.m : Excès de risque individuel en exposition chronique pour la population

Substance	ERI
Bromoforme	$2,7 \cdot 10^{-8}$
Chrome (VI)	$1,5 \cdot 10^{-9}$
Hydrazine	$2,3 \cdot 10^{-9}$
Plomb	$1,7 \cdot 10^{-10}$
Valeur de référence	$1 \cdot 10^{-5}$
Somme des ERI	$3,1 \cdot 10^{-8}$

Ces valeurs d'ERI représentent, pour un individu qui, pendant 30 ans de résidence à proximité du site de Flamanville en fonctionnement normal, ingérerait des produits de la mer et de l'eau de mer par inadvertance lors de la baignade, une probabilité inférieure à 1 sur 100 000 de développer un cancer au cours de sa vie du fait de l'exposition à l'ensemble de ces substances.

Les ERI de chaque substance considérée et la somme de ces ERI sont inférieurs à la valeur de référence de 10^{-5} définie pour l'exposition à une substance.

Synthèse : pour une exposition chronique, l'étude ne met pas en évidence de risque sanitaire dû aux rejets chimiques liquides attribuables au site de Flamanville sur les populations avoisinantes.

Risques liés aux expositions aiguës

Le [Tableau 8.n](#) présente les QD pour le scénario d'exposition aiguë (effets à seuil).

Tableau 8.n : Quotients de danger en exposition aiguë pour la population

Substance	Enfant de 1 an	Enfant de 10 ans	Adulte
Acide borique	$7,6 \cdot 10^{-4}$	$5,8 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$
Bromoforme	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$3,8 \cdot 10^{-5}$	$4,3 \cdot 10^{-5}$
Cuivre	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$5,9 \cdot 10^{-4}$
Nickel	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$4,6 \cdot 10^{-2}$
Nitrates	$3,7 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$
Valeur de référence	1		

Les QD calculés dans cette approche de premier niveau pour une exposition aiguë sont inférieurs à la valeur de référence de 1.

Synthèse : pour une exposition aiguë, l'étude ne met pas en évidence de risque sanitaire dû aux rejets chimiques liquides attribuables au site de Flamanville sur les populations avoisinantes.

8.2.2.2.5. Synthèse

Suivant les recommandations de l'INERIS¹⁴, une évaluation dite de premier niveau des risques sanitaires des rejets chimiques liquides a été effectuée en adoptant une approche simplifiée pour évaluer l'exposition.

Pour les substances à effets à seuil, les QD calculés sont inférieurs à 1.

Pour les substances à effets sans seuil, les ERI et la somme des ERI sont inférieurs à 1.10^{-5} .

L'étude ne met pas en évidence de risque sanitaire dû aux rejets chimiques liquides attribuables au site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) sur les populations avoisinantes potentiellement exposées aux substances, par la consommation de produits de la mer et par ingestion d'eau de mer par inadvertance lors de la baignade.

8.2.2.3. ÉVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES DES REJETS CHIMIQUES À L'ATMOSPHÈRE

8.2.2.3.1. Généralités

L'objectif de ce paragraphe est d'étudier le risque sanitaire associé aux rejets chimiques à l'atmosphère du site de Flamanville. Pour cela, la démarche d'évaluation du risque sanitaire définie dans le guide de l'INERIS¹⁵ est suivie. Néanmoins, le principe de proportionnalité de l'étude des risques sanitaires (présentée dans le guide de l'INERIS¹⁵) précise que le degré d'approfondissement de l'étude doit être fonction de la nature et de l'importance des travaux projetés, de leurs incidences prévisibles et des connaissances disponibles sur le sujet au moment de l'étude.

Par conséquent, compte-tenu des faibles quantités de rejets chimiques à l'atmosphère, de leur courte durée ou de leur faible occurrence et selon le principe de proportionnalité décrit ci-dessus, l'Évaluation Prospective des Risques Sanitaires (EPRS) décrite au [Paragraphe 8.2.2.2](#) n'est pas menée dans son intégralité pour toutes les substances étudiées. Pour ces substances, une évaluation qualitative est donc réalisée.

8.2.2.3.2. Étape 1 : bilan des substances rejetées à l'atmosphère

Parmi les substances chimiques atmosphériques rejetées par le site de Flamanville dans le cadre du fonctionnement normal des installations, celles retenues pour la mise à jour de l'étude d'impact³⁰ sont présentées au [Paragraphe 2.4 du Chapitre 2](#). Pour rappel elles sont constituées :

- des gaz d'échappement des installations de combustion de secours (oxydes de soufre et d'azote) ;
- des émanations de formol et de monoxyde de carbone émis par les calorifuges neufs en laine de verre des générateurs de vapeur au cours de leur première montée en température ;
- des rejets d'ammoniac émis par le système de contournement turbine (GCTa) provenant de l'eau d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG) et de la destruction thermique ;

³⁰ À noter qu'aucune des substances retenues dans l'étude d'impact n'est sous forme particulière et bioaccumulable. Ainsi le dépôt au sol n'est pas considéré pour l'évaluation des risques sanitaires des rejets à l'atmosphère.

- des rejets d'éthanolamine et de morpholine émis par GCTa provenant de l'eau ASG ou par l'extraction d'eau du condenseur (CEX) ;
- de l'ammoniac provenant du circuit d'extraction des incondensables du circuit secondaire (CVI) lors du maintien sous vide du condenseur et rejetés par la cheminée du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN pour les réacteurs 1 et 2 et HN pour le réacteur 3).

Les émissaires liés à ces rejets sont présentés au [Paragraphe 2.2 du Chapitre 2](#). Les flux et durées de rejets pour chacune des substances étudiées sont synthétisés au [Paragraphe 2.4 du Chapitre 2](#).

8.2.2.3.3. Évaluation des risques sanitaires

Rejets par les installations de combustion d'oxydes d'azote et de soufre

Compte-tenu des flux et des débits rejetés en oxydes de soufre, les concentrations évaluées au niveau des émissaires de rejet sont inférieures aux VTR disponibles associées ainsi qu'aux normes de qualité de l'air définies au [Paragraphe 3.2 du Chapitre 3](#). Par conséquent, aucun risque sanitaire associé aux concentrations en oxydes de soufre évaluées dans l'environnement n'est mis en évidence.

Compte-tenu des flux et des débits de rejet en oxydes d'azote, certains diesels sont susceptibles d'avoir un faible impact sanitaire au niveau des premières habitations. Néanmoins, ces rejets sont ponctuels et de courte durée (1 heure par mois) et l'évaluation est enveloppe (l'évaluation considère des hypothèses enveloppes concernant les émissaires). Par ailleurs, les concentrations évaluées dans l'environnement sont inférieures aux normes de qualité de l'air définie au [Paragraphe 3.2 du Chapitre 3](#). Le risque sanitaire lié au rejet d'oxydes d'azote peut être considéré comme limité dans le temps et dans l'espace.

Rejet par les cheminées des Bâtiments des Auxiliaires Nucléaires (BAN pour les réacteurs 1 et 2, HN pour le réacteur 3) de monoxyde de carbone, formol (formaldéhyde) et ammoniac

Compte-tenu des flux et des débits rejetés en monoxyde de carbone, formol et ammoniac, les concentrations évaluées dans l'environnement sont inférieures aux VTR disponibles associées. Par conséquent, aucun risque sanitaire associé aux concentrations de ces substances évaluées dans l'environnement n'est mis en évidence.

Rejet par les GCTa d'éthanolamine et d'ammoniac

Des rejets d'éthanolamine par les GCTa sont estimés. Cependant, en l'absence de VTR pour cette substance, les risques sanitaires liés à l'inhalation d'éthanolamine ne peuvent pas être quantifiés.

Compte-tenu des flux et des débits rejetés en ammoniac, les concentrations évaluées dans l'environnement sont inférieures aux VTR disponibles associées. Par conséquent, aucun risque sanitaire associé aux concentrations en ammoniac évaluées dans l'environnement n'est mis en évidence.

8.2.2.3.4. Conclusion sur le risque sanitaire des rejets chimiques à l'atmosphère

L'analyse présentée ci-dessus ne met pas en évidence de risque sanitaire dû aux rejets chimiques à l'atmosphère liés à l'exploitation du site de Flamanville sur les populations avoisinantes potentiellement exposées aux substances par inhalation.

8.2.3. ÉVALUATION DE L'IMPACT SONORE ET VIBRATOIRE

8.2.3.1. CADRE RÉGLEMENTAIRE

Le bruit des Installations Nucléaires de Base (INB) est règlementé par l'arrêté INB du 7 février 2012³¹ titre IV chapitre III. Dans son article 4.3.5, il prévoit que toute INB doit être conforme aux dispositions fixées par l'article 3 de l'arrêté du 23 janvier 1997³² relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), sauf disposition contraire fixée par décision de l'ASN.

Les INB sont ainsi soumises à des valeurs d'émergence à respecter en Zone à Émergence Règlementée (ZER) et à des niveaux de bruit à ne pas dépasser en limite d'établissement (LDS), déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles.

Le tableau suivant présente les valeurs d'émergence admissibles en zone à émergence règlementée.

Tableau 8.o : Valeurs d'émergence sonore admissible en ZER (arrêté du 23 janvier 1997)

Niveau de bruit ambiant mesuré en ZER	Émergence admissible de jour (7 h–22 h)	Émergence admissible de nuit (22 h–7 h)
Supérieur à 35 dBA et inférieur ou égal à 45 dBA	6 dBA	4 dBA
Supérieur à 45 dBA	5 dBA	3 dBA

Lorsque le bruit ambiant est inférieur à 35 dBA, les critères d'émergence ne s'appliquent pas. En limite d'établissement, les valeurs à ne pas dépasser sont fixées de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence en ZER et ne peuvent excéder 70 dBA pour la période de jour et 60 dBA pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

L'arrêté INB indique que les dispositions indiquées dans l'arrêté ICPE/bruit ne sont pas applicables en cas de fonctionnement exceptionnel d'organes contribuant à la sûreté nucléaire.

8.2.3.2. ANALYSE DE CONFORMITÉ RÉGLEMENTAIRE

Dans le cadre de l'évaluation de l'état de conformité du Parc de production nucléaire, EDF a engagé une actualisation du modèle acoustique du site de Flamanville. Pour ce faire, EDF a réalisé une campagne de mesures acoustiques comprenant des mesures de bruit dans l'environnement, de caractérisation plus fine de certains matériels (mesures de puissance ou mesures de recalage) et des mesures en limite d'établissement (Cf. [Paragraphe 8.1.2.1](#)).

Sur site, les sources de bruit prépondérantes ont été caractérisées afin de modéliser l'impact acoustique de l'installation sur son environnement. Ces résultats de mesures ont été intégrés dans un modèle numérique réalisé avec Code_TYMPAN, le logiciel de référence d'EDF pour étudier les problématiques de bruit industriel de toutes ses installations de production (INB, ICPE). Le Code_TYMPAN repose sur des méthodes de calcul normalisées (ISO 9613 et NF S 31-133) et a fait l'objet de validation sur un ensemble de cas-tests.

³¹ Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (dit arrêté INB).

³² Arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement.

La contribution sonore des installations du réacteur 3, obtenue par modélisation, est ajoutée aux résultats mesurés sur site.

Ainsi, le [Tableau 8.p](#) donne les résultats des indicateurs uniques de bruit ambiant, de bruit résiduel, et les valeurs d'émergence pour l'ensemble du site de Flamanville. Pour le calcul de l'émergence, les indicateurs de bruit ambiant et bruit résiduel sont arrondis au demi-décibel près comme préconisé dans la norme NF S 31-010.

Tableau 8.p : Niveaux sonores estimés en limite d'établissement et valeurs d'émergence associées calculées en ZER du site

Points d'étude : LDS et ZER associés	Niveau sonore estimé en LDS (dBA)	Niveau ambiant estimé en ZER (dBA)	Niveau résiduel statistique mesuré en ZER (dBA)	Émergence admissible en ZER (dBA)	Émergence calculée en ZER (dBA)
LDS Sud - ZER 1	39,5	29,5	27,0	/	/
LDS Est - ZER 2	47,0	37,0	33,0	4	4
LDS Est - ZER 3	47,0	30,5	28,0	/	/

Les valeurs d'émergence obtenues aux points situés en Zone à Émergence Règlementée (ZER) du site de Flamanville sont conformes vis-à-vis de l'article 4.3.5 de l'arrêté INB du 7 février 2012, suite à l'analyse des sources de bruit de l'installation et de la variabilité des conditions de propagation dans l'environnement.

Les contributions des sources industrielles calculées en limite d'établissement sont inférieures à 60 dBA. Ainsi, les niveaux sonores en limite d'établissement mesurés en des points situés en regard des Zones à Émergence Règlementée (ZER) du site de Flamanville permettent de respecter les objectifs fixés par l'article 4.3.5 de l'arrêté INB du 7 février 2012.

8.2.3.3. IMPACT VIBRATOIRE

Le fonctionnement des installations est à l'origine de vibrations (machines tournantes essentiellement). Celles-ci sont ressenties à l'intérieur des installations et ne le sont pas à l'extérieur sur le site du fait de la conception des bâtiments et de la constitution des sols.

Pour les populations environnantes, il n'y a donc aucun risque de désagrément lié aux installations du site.

Par ailleurs, la distance entre le site et les habitations les plus proches situées à environ 450 m à l'est des limites de site réduit grandement les nuisances potentielles.

8.2.4. ÉVALUATION DE L'IMPACT DES ÉMISSIONS LUMINEUSES

Les émissions lumineuses sont essentiellement liées à l'éclairage destiné à assurer la sécurité des intervenants et du site (protection contre les intrusions, avertissement des engins aériens...). Ils sont donc indispensables, mais l'orientation de ces éclairages minimise l'impact visuel à l'extérieur du site.

L'impact de ces émissions lumineuses est donc négligeable.

8.3.

SURVEILLANCE

8.3.1. SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE

La surveillance radiologique est décrite dans le [Chapitre 6](#) (Radioécologie).

8.3.2. SURVEILLANCE CHIMIQUE

La surveillance chimique est décrite au [Paragraphe 3.3.1 du Chapitre 3](#) (Air et facteurs climatiques) pour les rejets à l'atmosphère et au [Paragraphe 4.3.2 du Chapitre 4](#) (Eaux de surface) pour les rejets liquides.

8.4.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

Les potentielles incidences sur les populations alentour sont liées aux rejets de substances radioactives, aux rejets chimiques (à l'atmosphère et dans les eaux de surface), pour lesquelles les mesures d'évitement et de réduction d'impact sont détaillées respectivement aux [Paragraphe 6.4 du Chapitre 6](#), [Paragraphe 3.4 du Chapitre 3](#) et [Paragraphe 4.4 du Chapitre 4](#), aux rejets dans les sols et les eaux souterraines (Cf. [Paragraphe 5.4 du Chapitre 5](#)), ainsi qu'aux nuisances sonores (Cf. [Tableau 8.q](#)).

Les mesures ERC liées aux émissions lumineuses sont listées au [Paragraphe 7.4 du Chapitre 7](#).

Tableau 8.q : Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts pour les rejets chimiques et radioactifs et les émissions sonores et vibratoires

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Rejets d'effluents à l'atmosphère	Le site de Flamanville est organisé pour assurer une gestion optimisée des rejets atmosphériques. Cette gestion optimisée consiste notamment à réduire à la source la production d'effluents. La réduction des effluents à la source consiste notamment à limiter le volume produit ainsi que la concentration en substances chimiques dans les effluents rejetés à l'atmosphère.	Évitement, Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	L'implication des acteurs est maintenue : dans le cadre de la certification « ISO 14001 », le système de management environnemental mis en place incite chaque métier à contribuer à son niveau à la maîtrise des inconvénients (dont les rejets à l'atmosphère).	Évitement, Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	La collecte de façon sélective des effluents est réalisée afin de traiter chacun d'eux le plus efficacement possible.	Évitement, Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	D'autres actions ou choix technologiques sont également mis en place sur le site de Flamanville afin d'éviter et/ou de réduire les rejets à l'atmosphère, dont notamment le conditionnement à sec du poste d'eau, qui permet d'éviter les rejets d'ammoniac à l'atmosphère qui seraient induits par une conservation humide. Cette pratique fait notamment partie des solutions internationalement reconnues pour la conservation des équipements (EPRI ³³ , 2014).	Évitement, Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	Un programme de maintenance optimisé a été mis en place sur le site de Flamanville afin d'éviter et/ou de réduire les rejets atmosphériques des gaz d'échappement.	Évitement, Réduction	Coût intégré à la maintenance du site
	La conception de l'EPR permet la réduction des rejets sous forme vapeur lors des phases de démarrage en refroidissant les générateurs de vapeur par le condenseur.	Réduction	Coût intégré à la conception de l'EPR
Émissions sonores	L'implantation du site en pied de falaise permet de limiter les propagations sonores dans l'environnement.	Réduction	Coût intégré à la conception du site
	Dès la conception, EDF se fixe des critères acoustiques de manière à ne pas nuire au voisinage. Les performances acoustiques des équipements sont donc un critère pris en compte dès la conception.	Évitement, Réduction	Coût intégré à la conception du site
	Des mesures de caractérisation des sources ainsi qu'une modélisation numérique permettent à EDF d'évaluer l'impact acoustique des sites et d'optimiser les mesures de réduction des émissions sonores produites par les sources industrielles, lorsque nécessaire. La modélisation numérique des sites du Parc français permet également de hiérarchiser les sources sonores prépondérantes, d'étudier l'impact d'une modification sur les émissions sonores du site et de définir, le cas échéant, des objectifs d'insonorisation. L'outil de référence utilisé par EDF, Code_TYMPAN, est un logiciel destiné à étudier les problématiques de bruit industriel, conformément à la norme ISO 9613 et la NF S 31-133.	Évitement, Réduction	Caractérisation des sources et modélisation numérique (environ 20 k€)
	La majeure partie des sources sonores est située à l'intérieur des bâtiments, ce qui limite très fortement l'impact acoustique à l'extérieur du site.	Évitement, Réduction	Coût intégré à la conception du site

³³ EPRI - High Voltage Direct Current (HVDC) Transmission Reference Book: 2014 Edition.

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Émissions sonores	Des mesures de limitation des nuisances sonores susceptibles d'être émises par les essais périodiques d'organes contribuant à la sûreté nucléaire ou par des installations industrielles temporaires du type groupes électrogènes ou compresseurs sont mises en place par le site lorsque nécessaire. Les dispositions actuelles relatives aux essais périodiques prennent notamment en compte les nuisances sonores et limitent, dans la mesure du possible et dans des conditions économiquement acceptables, leurs éventuels impacts grâce à des dispositifs techniques comme des capotages acoustiques, ou à des dispositions organisationnelles comme la programmation des essais en journée.	Évitement, Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	Lors de la mise en œuvre des installations temporaires, une analyse de risques, réalisée au cas par cas, définit les dispositions à même de limiter les nuisances potentielles. Ces dispositions peuvent être de nature organisationnelle (choix des créneaux les moins gênants, des lieux de réalisation) et/ou matérielle (choix du procédé ou des matériels, mise en place de protections sonores).	Évitement, Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	En ce qui concerne le transport du personnel, celui-ci empruntera les mêmes trajets que le personnel travaillant sur les deux réacteurs existants. L'accès au site se fait directement à partir de la route départementale D23.	Évitement, Réduction	Aucun

Afin de vérifier l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction décrites ci-dessus, des mesures de surveillance sont mises en place (Cf. [Paragraphe 8.3](#)).

Ces différentes mesures ont été prises en compte lors de l'analyse à court, moyen et long terme des incidences négatives et positives, directes et indirectes, temporaires et permanentes sur la population et la santé humaine menée précédemment. Cette analyse ne met pas en évidence d'incidences négatives notables, si bien qu'il n'est pas proposé de mesures supplémentaires d'évitement, de réduction ou bien compensatoires.

8.5.

DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES

8.5.1. ÉVALUATION DE L'IMPACT DOSIMÉTRIQUE À L'HOMME DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS

8.5.1.1. PRÉSENTATION DU CODE DE CALCUL

Pour évaluer l'impact dosimétrique sur la population des rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques liés au fonctionnement normal des centrales, EDF dispose de l'outil SYMBIOSE, développé par l'IRSN.

Cet outil est mis à jour régulièrement pour intégrer les dernières avancées scientifiques. Les valeurs des paramètres radioécologiques implémentées dans SYMBIOSE sont validées par l'IRSN et font l'objet de réactualisations en fonction de l'évolution des connaissances.

Les modèles de transfert implémentés dans SYMBIOSE sont reconnus scientifiquement et ont pour la plupart fait l'objet de publications scientifiques. De plus, dans une démarche d'amélioration continue de ces modèles, des expérimentations sur le terrain sont prévues ou en cours.

8.5.1.2. HYPOTHÈSES DE CALCUL – CONSERVATISMES

Les modèles de transfert implémentés dans SYMBIOSE sont basés sur des bilans massiques en régime non stationnaire respectant la conservation de la masse au sein des différents compartiments de l'environnement.

La dose efficace totale annuelle est déterminée pour la « personne représentative » au sein de la population (adultes, enfants de 10 ans et enfants de 1 an), la plus exposée à l'exclusion des personnes ayant des habitudes extrêmes ou rares, de sorte que l'ensemble des populations résidant de manière permanente ou temporaire autour du site est soumis à un impact inférieur ou égal à celui calculé pour la personne représentative.

Certains paramètres de l'évaluation de dose efficace annuelle ont des valeurs par défaut intrinsèques au code de calcul. D'autres sont caractéristiques du site étudié (débits, météorologie, habitudes alimentaires des riverains...). La détermination de ces paramètres se fait autant que possible à partir d'études locales récentes.

Par ailleurs, pour évaluer l'impact dosimétrique, des hypothèses concernant les paramètres caractérisant le mode de vie ou la situation géographique ont été prises. Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

- Les habitants consomment pour partie des aliments produits dans l'environnement proche du site.
- Ils vivent toute l'année sur leur lieu d'habitation (non prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...).

Les principaux facteurs d'incertitudes dans l'évaluation de dose sont associés essentiellement à quelques données et paramètres difficiles à acquérir sur le terrain, tels que certaines caractéristiques de l'environnement) et comportements précis des populations riveraines (les rations alimentaires par exemple).

8.5.2. ÉVALUATION DE L'EXPOSITION EXTERNE DU PUBLIC AUX RAYONNEMENTS IONISANTS PAR IRRADIATION DIRECTE

8.5.2.1. PRÉSENTATION DE LA MÉTHODOLOGIE

Pour évaluer l'impact dosimétrique sur la population lié au rayonnement ionisant de l'installation, la méthode utilisée est la règle d'atténuation en fonction de la distance (atténuation inversement proportionnelle au carré de la distance).

Cette règle s'écrit de la manière suivante :

$$DdD_2 = DdD_1 \times (d_1/d_2)^2$$

Avec :

- DdD_1 : débit de dose à la clôture du site, située à une distance d_1 de la source ;
- DdD_2 : débit de dose à une distance d_2 de la source ;
- d_1 : distance entre l'installation, considérée comme une source ponctuelle, et la clôture du site ;
- d_2 : distance d'évaluation de la dose reçue par les populations par exposition externe aux rayonnements ionisants du fait de l'installation.

Les calculs sont effectués pour la personne représentative déterminée pour les rejets d'effluents radioactifs. Les débits de dose calculés sont pondérés en fonction du budget-temps de la personne représentative (temps passé par cette personne en extérieur, en promenade le long de la clôture du site ou à proximité immédiate de son habitation ; temps passé à l'intérieur de son habitation avec un facteur de protection de 0,5).

8.5.2.2. HYPOTHÈSES DE CALCUL – INCERTITUDES

Parmi les limites identifiées, on peut citer les suivantes :

- L'approche mise en place ne permet de considérer qu'une seule source de rayonnement ionisant, c'est-à-dire que l'ensemble des rayonnements ionisants du site de Flamanville est attribué à une source ponctuelle localisée au barycentre des bâtiments réacteurs. De plus, il est considéré qu'il n'y a pas d'écran entre la source de rayonnement ionisant et l'individu et que le terrain n'a pas de relief.
- Par ailleurs, il est considéré de manière pénalisante un débit de dose 1 mSv/an en limite de site correspondant à la limite annuelle d'exposition fixée par l'article R.1333-11 du code de la santé publique, indépendamment de la distance entre chaque balise et la source du rayonnement considéré. Ce débit de dose gamma ambiant enveloppe ne correspond pas à une mesure réelle, et est indépendant des termes sources de l'installation.

Pour les raisons évoquées, ci-dessus, l'écart-type associé à la valeur calculée est du même ordre de grandeur que la valeur calculée.

8.5.3. ANALYSE DES MÉTHODES D'ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LA SANTÉ DES REJETS CHIMIQUES LIQUIDES

8.5.3.1. MÉTHODOLOGIE

La méthodologie retenue pour l'évaluation du risque sanitaire des rejets de substances chimiques liquides du site de Flamanville est celle de l'Évaluation Prospective de Risque Sanitaire (EPRS) reprenant les recommandations de l'INERIS¹⁴. La démarche de l'EPRS développée dans le cadre de cette étude est décrite au [Paragraphe 8.2.2.2.2](#). L'EPRS respecte le principe de spécificité qui assure la pertinence de l'étude par rapport aux caractéristiques du site et de son environnement. L'EPRS s'appuie sur le principe de proportionnalité qui veille à ce qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude et l'importance des substances rejetées. Ainsi, les substances faisant l'objet d'une EPRS sont sélectionnées selon ce principe.

Suivant les recommandations du guide de l'INERIS¹⁴, l'évaluation effectuée au [Paragraphe 8.2.2.2.2](#) est une évaluation dite de premier niveau du risque sanitaire en adoptant une approche simplifiée pour évaluer l'exposition. Les règles d'itération de cette démarche ne nous conduisent pas à affiner nos hypothèses compte-tenu des résultats obtenus avec une approche de premier niveau.

8.5.3.2. HYPOTHÈSES DE BASE, HYPOTHÈSES SIMPLIFICATRICES ET CONSERVATISMES

La composition des mélanges et les éventuelles hypothèses considérées sur ceux-ci sont décrites en [Annexe 7](#).

Des hypothèses sont émises dans le but de simplifier la réalisation de l'étude. Celles-ci sont justifiées ci-dessous. En parallèle, des conservatismes sont appliqués sur les choix, ce qui garantit un caractère enveloppe aux résultats et permet le cas échéant de les affiner.

8.5.3.2.1. Hypothèses de base

La sélection des VTR relatives aux substances étudiées dans cette étude est réalisée selon les critères définis dans la note de la DGS du 31 octobre 2014²⁰ et fait l'objet d'une veille scientifique en collaboration avec le Service des Études Médicales d'EDF. Les VTR sont issues de références diffusées par des instances nationales et internationales reconnues et reflètent l'état des connaissances à la date de réalisation de l'étude. Les critères de sélection des VTR sont détaillés en [Annexe 7](#).

8.5.3.2.2. Hypothèses simplificatrices

Les hypothèses simplificatrices sont émises pour la caractérisation de l'exposition. L'évaluation réalisée au [Paragraphe 8.2.2.2.2](#) n'aborde que deux voies d'exposition : la consommation de produits de la mer et l'ingestion d'eau de mer par inadvertance lors de la baignade. Les expositions par contact cutané (eau de mer et sable), par ingestion de sable et par inhalation de substances volatiles ne sont pas retenues pour les raisons suivantes :

- le contact cutané (avec l'eau de mer ou avec le sable lors de la baignade et sur la plage) n'est pas étudié :
 - dans la mesure où la bibliographie relative à la toxicité des substances étudiées n'a pas relevé de données quantitatives portant sur la voie cutanée et *a fortiori*, de VTR pour cette voie ;
 - les concentrations maximales ajoutées sont faibles (Cf. [Annexe 7](#)) ;
- l'ingestion de sable n'est pas étudiée, compte-tenu notamment des fortes incertitudes sur le calcul du transfert des substances chimiques de la mer au sable et du fait que l'ingestion accidentelle de sable est faible³⁴ ;
- l'inhalation de substances volatiles ou d'embruns n'est pas retenue dans cette première approche du fait du caractère supposé secondaire de cette voie d'exposition.

8.5.3.2.3. Conservatismes

Les hypothèses de conservatisme émises pour cette étude sont :

- l'approche retenue ne prend pas en compte les phénomènes chimiques ou physiques contribuant à diminuer les concentrations présentes dans la mer et donc à dégrader les substances avant leur ingestion ;
- l'hypothèse d'une dilution homogène dans l'ensemble de la zone de pêche et de la zone de baignade conduit à maximiser l'évaluation de la concentration de la substance considérée dans le milieu et le calcul de dose journalière d'exposition chronique ;
- il est considéré une ingestion d'0,1 litre d'eau de mer par an lors de la baignade durant une vie entière dans le cas d'une exposition chronique. Or, il existe une variabilité dans la population autour de ces valeurs. Le caractère conservatoire du calcul est assuré par l'hypothèse « vie entière » qui ne tient compte ni de la durée limitée du temps de fonctionnement de la centrale, ni de la mobilité des populations (baignade en dehors de la zone d'étude, vacanciers, déménagement...) ;
- les produits de la mer consommés sont supposés résider exclusivement dans la zone proche du rejet, ce qui est une hypothèse majorante. De plus, ils sont également consommés pendant une vie entière ;

³⁴ 5 g/an pour la classe d'âge maximale (GRNC).

- l'utilisation des facteurs de bioconcentrations revient à supposer que l'équilibre entre la concentration dans l'eau et la concentration dans les organismes aquatiques est atteint instantanément, ce qui n'est pas le cas et est donc majorant pour les calculs de risque aigu ;
- une bioconcentration du cuivre dans la chair des poissons a été prise en compte de par l'existence de BCF. Il s'agit d'un conservatisme au vu des données disponibles dans la littérature démontrant un mécanisme d'homéostasie pour ce métal, qui conduit au maintien d'une gamme de concentration définie dans le poisson par rapport à la concentration dans l'eau (non pertinence scientifique des BCF).

8.5.3.3. LIMITES

Les limites de cette étude sont directement liées aux hypothèses simplificatrices détaillées précédemment. En effet, l'étude n'aborde que deux voies d'exposition : la consommation de produits de la mer et l'ingestion d'eau de mer par inadvertance lors de la baignade. Le risque associé du fait d'un contact cutané (baignade et plage) n'est pas étudié. Le contexte spécifique de l'étude (concentrations faibles des substances dans l'eau de mer, bibliographie ne mettant pas en avant des propriétés irritantes des substances étudiées dans les conditions de rejet) conduit à considérer que ces voies d'exposition sont prépondérantes.

8.5.3.4. CONCLUSION

En conclusion, les règles d'itération de la démarche d'évaluation des risques sanitaires ne nous conduisent pas à l'heure actuelle à affiner nos hypothèses afin de lever en partie les limites évoquées ci-dessus.

8.5.4. ANALYSE DES MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'INCIDENCE SUR LA SANTÉ DES REJETS CHIMIQUES À L'ATMOSPHÈRE

Compte-tenu des faibles quantités de rejets chimiques à l'atmosphère, de leur courte durée, de leur faible occurrence, l'approche menée pour l'évaluation des risques sanitaires liés aux rejets chimiques à l'atmosphère est essentiellement qualitative (Cf. [Paragraphe 8.2.2.3.4](#)).

8.5.5. IMPACT SONORE ET VIBRATOIRE

Des campagnes de mesures acoustiques ont été réalisées dans l'environnement, au niveau de Zones à Émergence Règlementée (ZER) et en limite de site. Ces campagnes s'appuient sur une méthodologie issue de la norme NF S 31-010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement ayant fait objet d'une contre-expertise par la DGSNR (maintenant ASN).

En complément de ce programme de mesures dans l'environnement, les principales sources sonores, à l'intérieur du site, ont été caractérisées. L'ensemble de ces données a permis de modéliser l'impact acoustique du site de Flamanville sur son environnement. Ces modélisations sont réalisées à l'aide du logiciel Code_TYMPAN.

Ce code utilise des méthodes de calcul d'ingénierie basées sur les normes ISO 9613 et NF S 31-133 adaptées au bruit industriel. Le logiciel Code_TYMPAN est un logiciel libre développé par EDF. Il a fait l'objet de validation sur un ensemble de cas-tests et est utilisé par EDF pour étudier l'impact de toutes ses installations de production (INB, ICPE).

Rappelons que dans le domaine de l'acoustique environnementale, afin de s'affranchir le plus possible des difficultés liées à la grande variabilité des phénomènes observés, les mesurages, les modélisations et les calculs sont toujours définis avec un certain nombre d'hypothèses conservatives. Néanmoins, l'analyse des résultats de mesure et de calculs prévisionnels doit toujours être menée avec discernement et il serait illusoire de rechercher dans les valeurs affichées une précision inférieure au dB. L'étude d'impact d'une installation et la démonstration de son état de conformité vis-à-vis du bruit reposent sur une démarche itérative entre la modélisation et la prise en compte des spécificités du site et de l'analyse des résultats de mesure.

8.6.

CONCLUSION

Au vu des éléments présentés ci-dessus, l'analyse du fonctionnement du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) n'a pas d'incidence notable sur la santé des populations avoisinantes du site.

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 9 - Activités humaines

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 9.....	5
9.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE.....	6
9.1.1. USAGE DES TERRES	6
9.1.2. PAYSAGES ET PATRIMOINE CULTUREL	9
9.1.3. ACTIVITÉS HUMAINES ET BIENS MATÉRIELS.....	16
9.1.4. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LES ACTIVITÉS HUMAINES.....	27
9.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES ACTIVITÉS HUMAINES	28
9.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES USAGES DES TERRES	28
9.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LE PAYSAGE ET LE PATRIMOINE CULTUREL	28
9.2.3. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES ACTIVITÉS HUMAINES ET LES BIENS MATÉRIELS	29
9.2.4. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE	31
9.3. SURVEILLANCE	31
9.4. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES	32
9.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES	33
9.6. CONCLUSION	34

TABLEAUX

Tableau 9.a :	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts pour les activités humaines	32
---------------	--	----

FIGURES

Figure 9.a :	Occupation des sols dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville	7
Figure 9.b :	Répartition des types d'occupation des sols dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville (en % de recouvrement)	8
Figure 9.c :	Ensembles paysagers dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville	10
Figure 9.d :	Répartition des types d'occupation des sols au sein du « Cotentin secret au vert bocage » (en % de recouvrement).....	11
Figure 9.e :	Répartition des types d'occupation des sols au sein de la « Côte Ouest du Cotentin : falaises et plages dessinées en croissant » (en % de recouvrement)	12
Figure 9.f :	Répartition des types d'occupation des sols au sein de « La Hague des grands horizons » (en % de recouvrement).....	13
Figure 9.g :	Répartition des types d'occupation des sols au sein de « La Hague Bocagère » (en % de recouvrement).....	14
Figure 9.h :	Patrimoine culturel dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville	15
Figure 9.i :	Localisation des usages de l'eau dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville et volume total d'eau prélevé par commune et par an	17
Figure 9.j :	Volumes d'eau prélevés dans les communes localisées dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville par type d'usage	18
Figure 9.k :	Principales voies de communication dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville.....	19
Figure 9.l :	Trafic routier dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville	20
Figure 9.m :	ICPE soumises à enregistrement ou autorisation dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville.....	23
Figure 9.n :	Zone interdite au large du site de Flamanville	26
Figure 9.o :	Causes identifiées de l'évolution de l'occupation des sols entre 1990 et 2018 dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville.....	27

P RÉSENTATION DU CHAPITRE 9

L'objet de ce chapitre est d'analyser les effets des interactions du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2), au regard des sensibilités mises en évidence vis-à-vis de la thématique « Activités humaines ».

Le chapitre est organisé comme suit :

- [§ 9.1](#) : les données du scénario de référence du site de Flamanville vis-à-vis de la thématique « Activités humaines » incluant l'usage des terres, le paysage et le patrimoine culturel, les activités humaines et les biens matériels et la consommation énergétique ;
- [§ 9.2](#) : l'analyse des incidences sur la thématique « Activités humaines » ;
- [§ 9.3](#) : la surveillance des milieux ;
- [§ 9.4](#) : les mesures d'évitement, de réduction de l'impact et de compensation du site de Flamanville ;
- [§ 9.5](#) : la description des méthodes utilisées ;
- [§ 9.6](#) : la conclusion.

9.1. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

Les données présentées dans ce chapitre visent à définir la sensibilité du site de Flamanville vis-à-vis de la thématique « Activités humaines » au niveau local, jusqu'à une distance de 10 kilomètres du site. Ce périmètre retenu inclut les principaux enjeux environnementaux en cohérence avec la zone d'étude locale (rayon de 10 kilomètres) dans laquelle sont présentées les populations d'intérêt concernées par le fonctionnement du site de Flamanville (Cf. [Chapitre 8](#)).

9.1.1. USAGE DES TERRES

Les différents usages des terres autour du site de Flamanville peuvent être appréhendés grâce à la cartographie Corine Land Cover¹, établie à l'échelle nationale (1/100 000) et qui définit de grands ensembles d'occupation des sols. La carte présentée en [Figure 9.a](#) permet de rendre compte des grands ensembles d'usages des terres dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville.

L'analyse de celle-ci montre la présence de plusieurs types d'usages au niveau du périmètre d'étude. Ces ensembles ainsi que leurs proportions respectives sont présentés à la [Figure 9.b](#).

Dans le cadre de ce paragraphe, les surfaces présentées ne tiennent pas compte de la mer.

¹ Corine Land Cover est une base de données européenne d'occupation biophysique des sols. Cette base vectorielle est réalisée par photo-interprétation d'images satellites afin d'analyser l'occupation des sols et son évolution, suivre l'artificialisation des terres, l'évolution de la forêt... La surface de la plus petite unité cartographiée (seuil de description) est de 25 hectares.

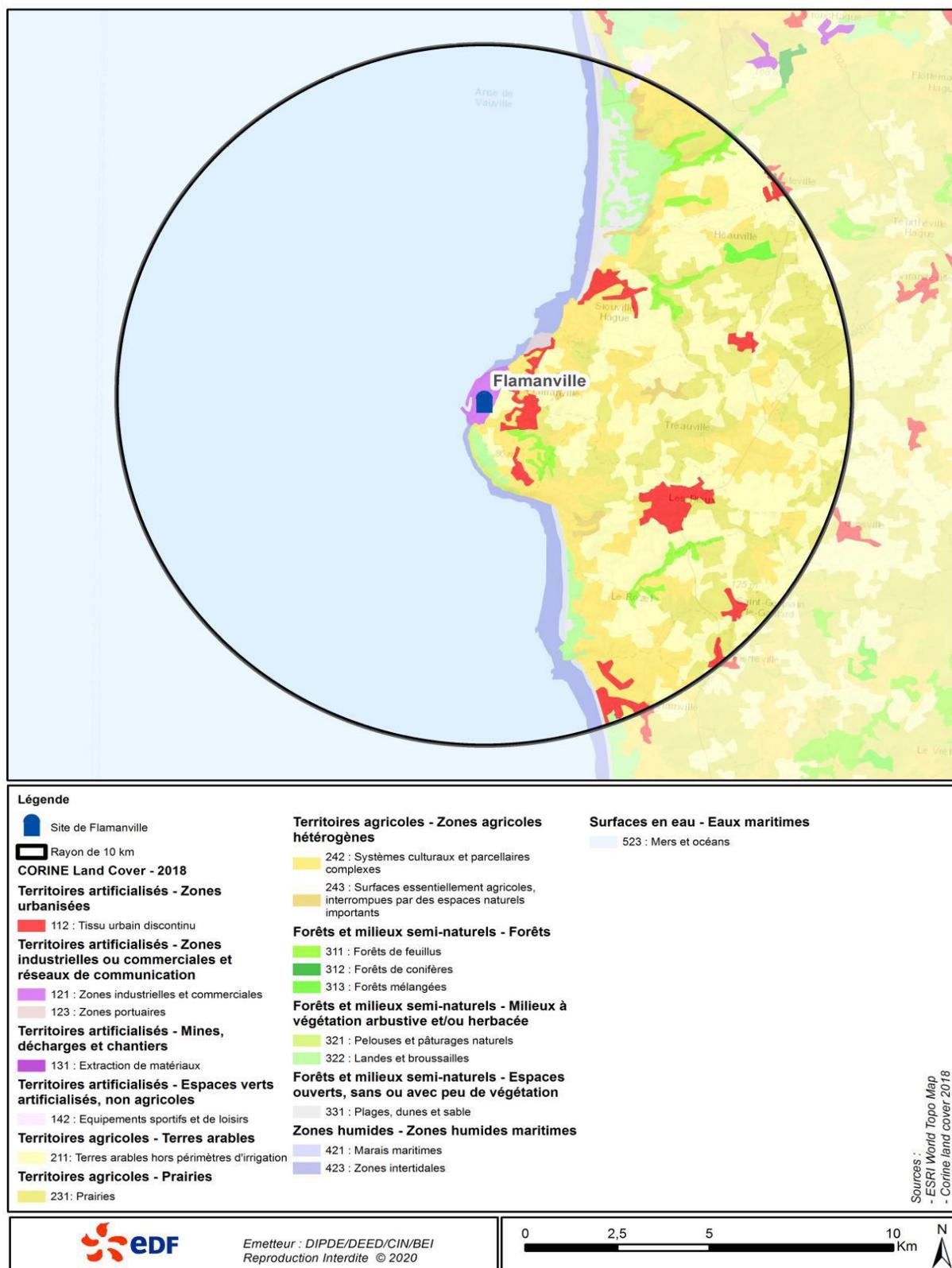


Figure 9.a : Occupation des sols dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville

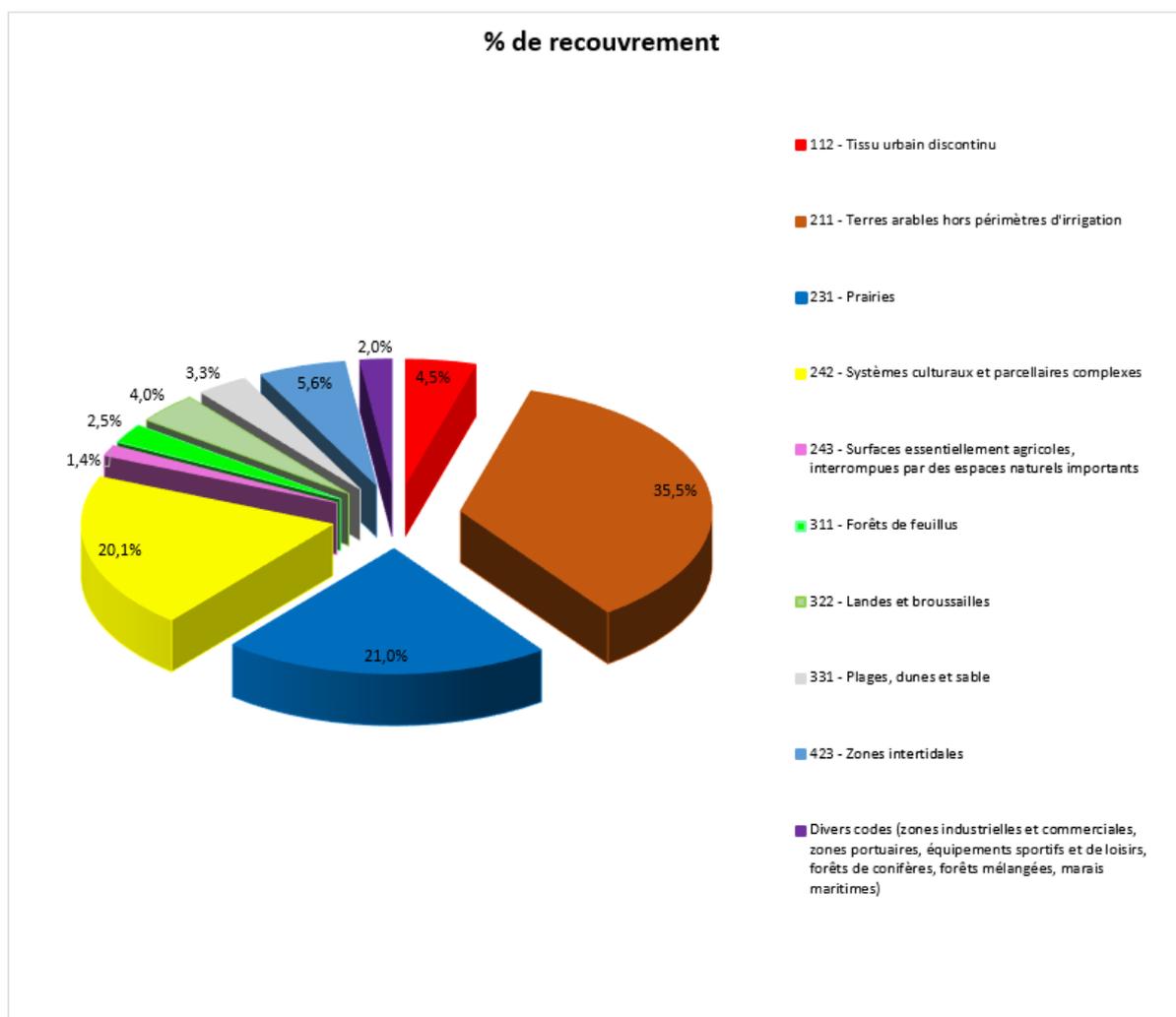


Figure 9.b : Répartition des types d'occupation des sols dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville (en % de recouvrement)

Dans un périmètre de 10 kilomètres autour du site de Flamanville, la première forme d'occupation des sols correspond aux terres arables hors périmètres d'irrigation (36 % de l'aire d'étude) suivies des prairies (21 %) et des systèmes culturaux et parcellaires complexes (20 %).

De manière générale, les surfaces agricoles (terres arables hors périmètres d'irrigation, prairies, systèmes culturaux et parcellaires complexes, surfaces essentiellement agricoles interrompues par des espaces naturels importants) représentent environ 78 % de la zone d'étude. Quant aux surfaces forestières (principalement forêts de feuillus, landes et broussailles), elles constituent environ 7 % des terres.

Les territoires artificialisés (tissu urbain discontinu, zones industrielles et commerciales, zones portuaires, équipements sportifs et de loisirs) représentent près de 6 % de la zone d'étude.

9.1.2. PAYSAGES ET PATRIMOINE CULTUREL

9.1.2.1. PAYSAGES

Le site de Flamanville se situe dans le département de la Manche, appartenant à la région Normandie. Cette dernière, créée par la réforme territoriale de 2015 et effective au 1^{er} janvier 2016, est le résultat de la fusion des régions Haute-Normandie et Basse-Normandie.

L'analyse des paysages a été réalisée au niveau du périmètre d'étude sur la base :

- de l'atlas paysager de la région Normandie ;
- des données d'occupation des sols (Corine Land Cover, 2018).

À noter également que la typologie des grands ensembles paysagers identifiés a été confirmée en parallèle des inventaires réalisés dans le cadre de l'analyse du scénario de référence « Biodiversité » (Cf. [Chapitre 7](#)).

Les ensembles paysagers identifiés sont présentés à la [Figure 9.c](#). L'aire d'étude est composée des ensembles paysagers suivants :

- Le Cotentin secret au vert bocage².
- La Côte Ouest du Cotentin : falaises et plages dessinées en croissant³.
- La Hague des grands horizons : un bocage à longues perspectives sur les landes⁴.
- La Hague bocagère⁵.

² Source : http://www.donnees.normandie.developpement-durable.gouv.fr/pdf/UP/UP_431.pdf

³ Source : http://www.donnees.normandie.developpement-durable.gouv.fr/pdf/UP/UP_126.pdf

⁴ Source : http://www.donnees.normandie.developpement-durable.gouv.fr/pdf/UP/UP_451.pdf

⁵ Source : http://www.donnees.normandie.developpement-durable.gouv.fr/pdf/UP/UP_422.pdf

9.1.2.1.1. Le Cotentin secret au vert bocage

Cette unité paysagère est marquée par une succession de croupes et de vallons. Elle est également caractérisée par un réseau dense de haies (structures bocagères).

Le Cotentin secret au vert bocage est le plus vaste ensemble paysager de l'aire d'étude ; il couvre environ 45 % du périmètre de 10 kilomètres autour du site. Cette entité constituée de 95 % de surfaces agricoles (terres arables hors périmètres d'irrigation, prairies et systèmes culturaux et parcellaires complexes, surfaces essentiellement agricoles interrompues par des espaces naturels importants). Elle est composée de 4 % de tissu urbain discontinu. Les surfaces forestières (forêts de feuillus) sont minoritaires (environ 1 % de l'entité) comme indiqué sur la [Figure 9.d](#).

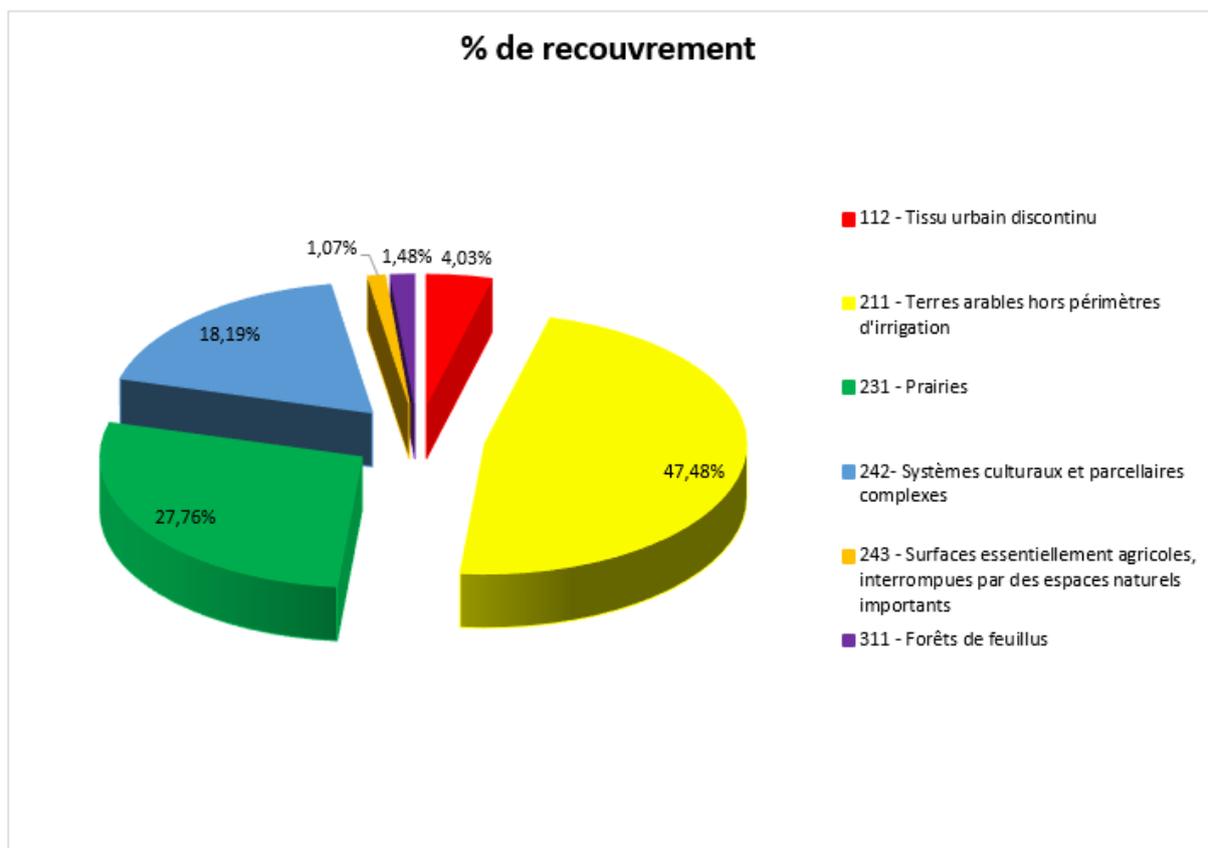


Figure 9.d : Répartition des types d'occupation des sols au sein du « Cotentin secret au vert bocage » (en % de recouvrement)

9.1.2.1.2. Côte Ouest du Cotentin : falaises et plages dessinées en croissant

La Côte Ouest du Cotentin est composée d'une succession de trois anses :

- l'anse de Vauville (12 kilomètres),
- l'anse de Sciotot (4 kilomètres),
- l'anse de Surtainville (10 kilomètres).

Elle est constituée de plages, de champs de dunes, de falaises ainsi que de haies broussailleuses et arborées.

Cette unité paysagère présente l'originalité de juxtaposer des secteurs peu retouchés et des secteurs profondément modifiés par l'activité humaine. Les transformations correspondent à des occupations balnéaires en lotissement et au développement industriel (site de Flamanville, port de Diélette).

Dans le périmètre de 10 kilomètres du site, la Côte Ouest du Cotentin couvre environ 30 % du territoire. Globalement, les surfaces agricoles (terres arables hors périmètres d'irrigation, prairies, systèmes culturaux et parcellaires complexes, surfaces essentiellement agricoles interrompues par des espaces naturels importants) représentent 62 % de l'entité. Les surfaces artificialisées (tissu urbain discontinu, zones industrielles et commerciales, zones portuaires, équipements sportifs et de loisirs) occupent 12 % de cette unité paysagère tandis que les forêts (landes et broussailles, forêts de feuillus, pelouses et pâturages naturels) recouvrent près de 18 % de l'entité. Les plages et les dunes s'étendent sur environ 7 % de la Côte Ouest du Cotentin (Cf. [Figure 9.e](#)).

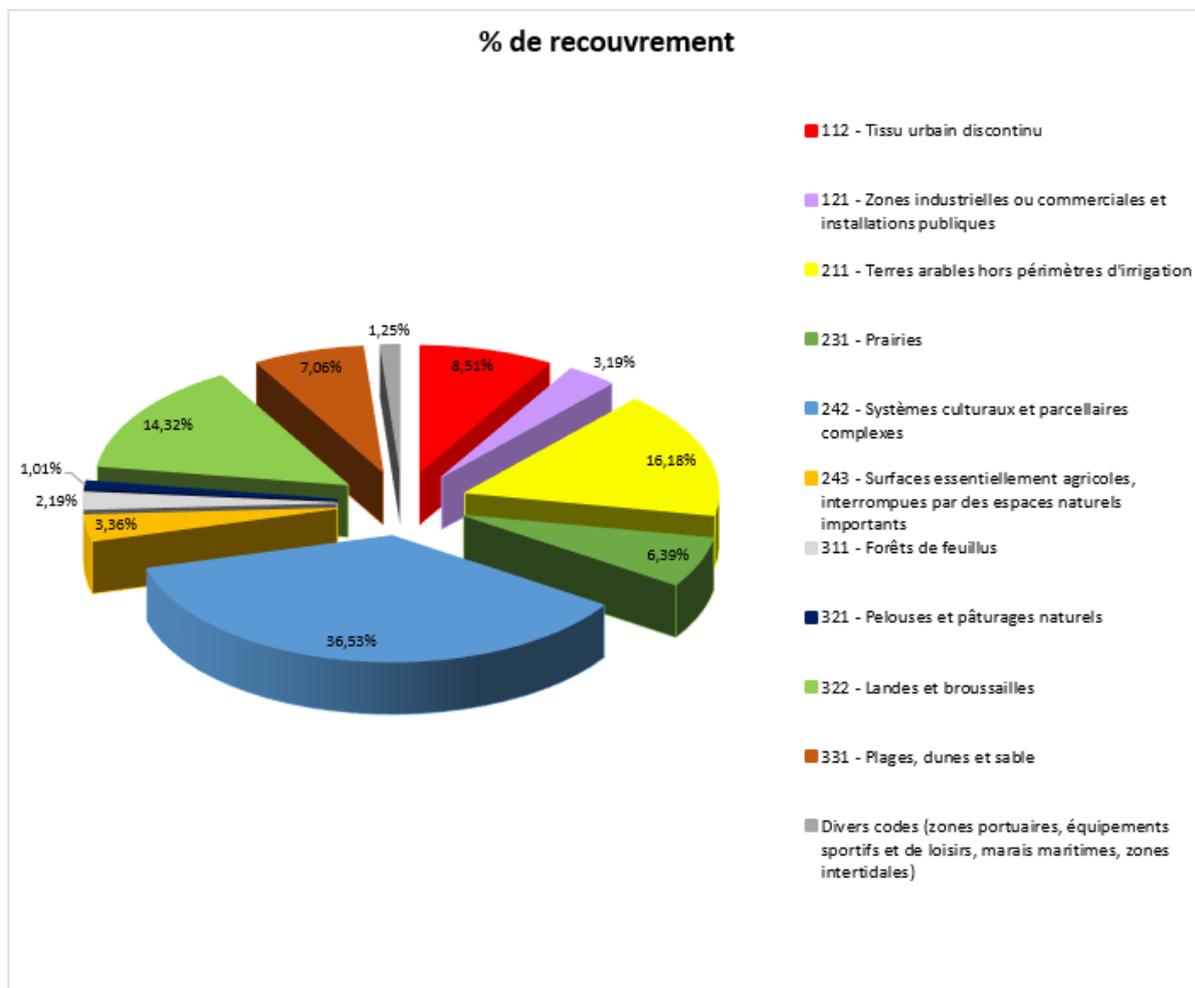


Figure 9.e : Répartition des types d'occupation des sols au sein de la « Côte Ouest du Cotentin : falaises et plages dessinées en croissant » (en % de recouvrement)

9.1.2.1.3. La Hague des grands horizons

Cet ensemble paysager est marqué par la confrontation entre la nature sauvage (landes, enclos de talus, haies basses) et des infrastructures industrielles (Orano Cycle, site de Flamanville).

Cet ensemble paysager représente environ 20 % de l'aire d'étude.

Dans la zone d'étude de 10 kilomètres autour du site, les surfaces agricoles (terres arables hors périmètres d'irrigation, prairies, systèmes culturaux et parcellaires complexes) constituent près de 89 % de cette unité paysagère (Cf. [Figure 9.f](#)). Les surfaces forestières (forêts de feuillus, forêts mélangées, landes et broussailles) occupent une proportion non négligeable de l'ensemble paysager (environ 9 %) tandis que les surfaces artificialisées sont de faible étendue (2 % de l'entité).

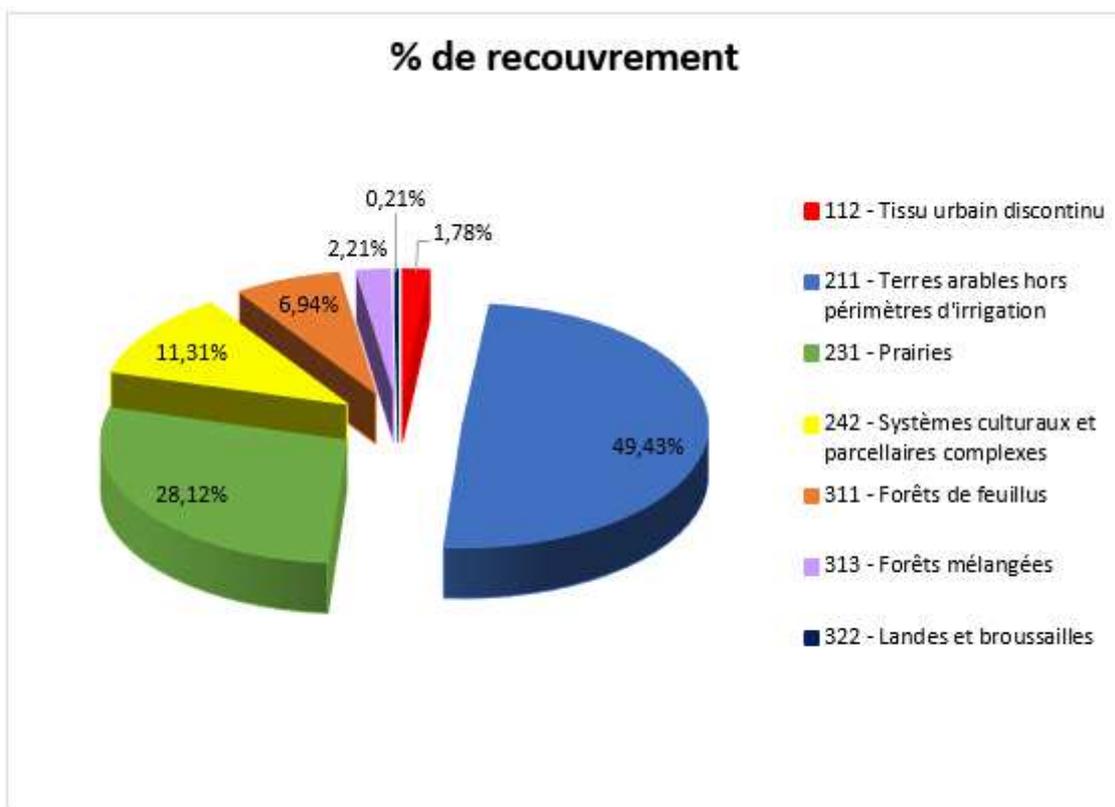


Figure 9.f : Répartition des types d'occupation des sols au sein de « La Hague des grands horizons » (en % de recouvrement)

9.1.2.1.4. La Hague bocagère

Cette entité paysagère bénéficie d'une végétation arborée qui en fait un paysage de bocage en contraste avec La « Hague sauvage » des landes située à proximité de la Côte Sud.

La Hague bocagère couvre environ 5 % du périmètre de 10 kilomètres autour du site. Cette entité est majoritairement constituée de surfaces agricoles (97 %) comme indiqué sur la [Figure 9.g](#). Les surfaces artificialisées (tissu urbain discontinu) ne représentent que 3 % de l'entité.

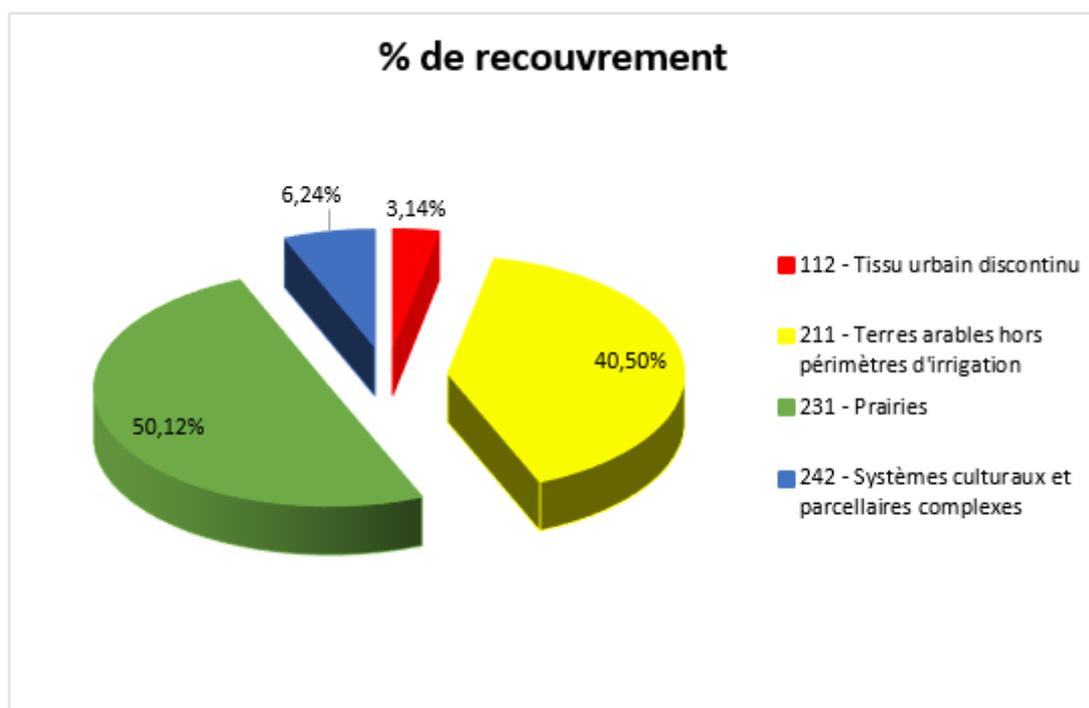


Figure 9.g : Répartition des types d'occupation des sols au sein de « La Hague Bocagère » (en % de recouvrement)

9.1.2.2. PATRIMOINE CULTUREL

Un seul site classé est recensé dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville. Il s'agit de la Zone côtière de La Hague et du Domaine Public Maritime à près de 5 kilomètres au nord-est du site.

De plus, La Hague est un site inscrit localisé à environ 10 kilomètres au nord-est du site de Flamanville.

Les monuments historiques les plus proches⁶ du site sont :

- le Camp du Castel, localisé à moins de 1 kilomètre au sud du site, sur la commune de Flamanville ;
- le Château de Flamanville situé à environ 1 kilomètre au sud-est du site ;
- le Dolmen dit La Pierre au Rey ou le Trepied, situé à environ 2 kilomètres au sud du site, sur la commune de Flamanville ;
- le Manoir de Métot, situé à près de 1,2 kilomètre au nord-est du site, sur la commune de Tréauville.

La localisation de ce patrimoine culturel, limité à un rayon de 10 kilomètres, est présentée à la [Figure 9.h](#).

Notons la présence d'un site archéologique dans le rayon de 10 kilomètres : il s'agit du site paléolithique du Rozel localisé à près de 6,5 kilomètres au sud du site sur la commune de Rozel.

⁶ Source : <https://monumentum.fr/manche-d-50-carte.html>

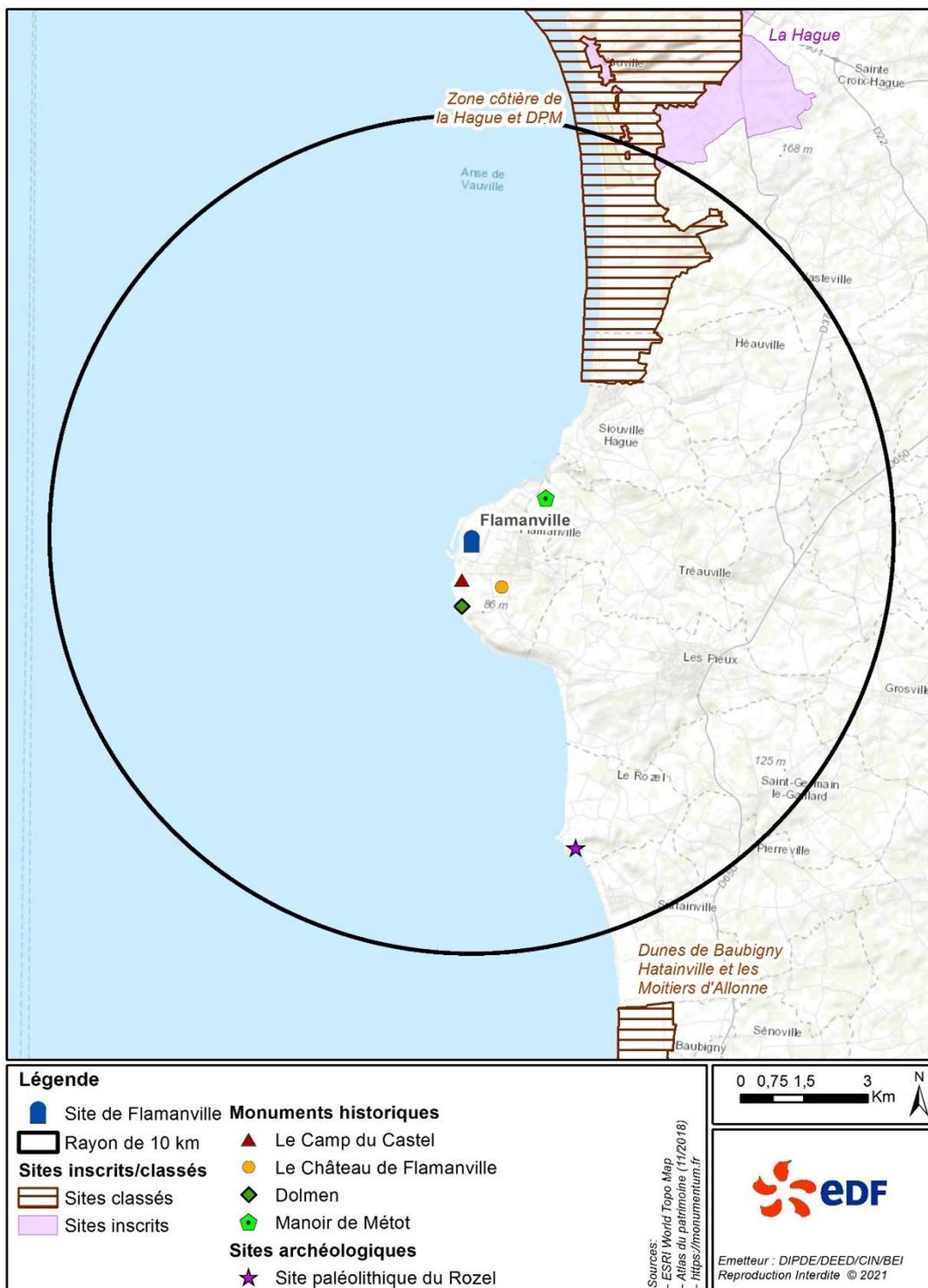


Figure 9.h : Patrimoine culturel dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville

9.1.3. ACTIVITÉS HUMAINES ET BIENS MATÉRIELS

9.1.3.1. USAGES DE L'EAU

Les prélèvements d'eau recensés répondent à trois types d'utilisation :

- la consommation humaine (AEP – Alimentation en Eau Potable) ;
- l'usage agricole ;
- l'usage industriel.

La description des points de prélèvements est réalisée pour chaque type d'utilisation selon les critères suivants :

- description des usages de l'eau : identification des usages dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville, d'après les données de la Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs en Eau⁷ ;
- inventaire des points de prélèvement les plus proches du site de Flamanville. Pour mémoire, le site de Flamanville est situé au bord de la Manche.

Le milieu aquatique (marin ou continental) peut avoir d'autres usages que ceux cités précédemment :

- un usage de loisirs (baignade, pêche amateur) (Cf. [Paragraphe 9.1.3.4.2](#)) ;
- un usage professionnel (pêche professionnelle, aquaculture) (Cf. [Paragraphe 9.1.3.5](#)).

9.1.3.1.1. Description des prélèvements d'eau dans un rayon de 10 kilomètres

Le nombre de points de prélèvements (par type d'usage) au sein de chaque commune localisée dans un rayon de 10 kilomètres, ainsi que les volumes totaux prélevés par an et par commune en 2017, sont présentés à la [Figure 9.i](#). Les points de prélèvements d'eau de surface sont également localisés sur cette même figure.

La répartition des volumes prélevés dans chaque commune en fonction du type d'usage et du milieu de prélèvement est présentée à la [Figure 9.j](#).

⁷ BNPE (Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs en Eau) – Données 2017 téléchargées en 2020.
Nota : le seuil de prélèvement annuel pour intégration dans la BNPE est de 10 000 m³.

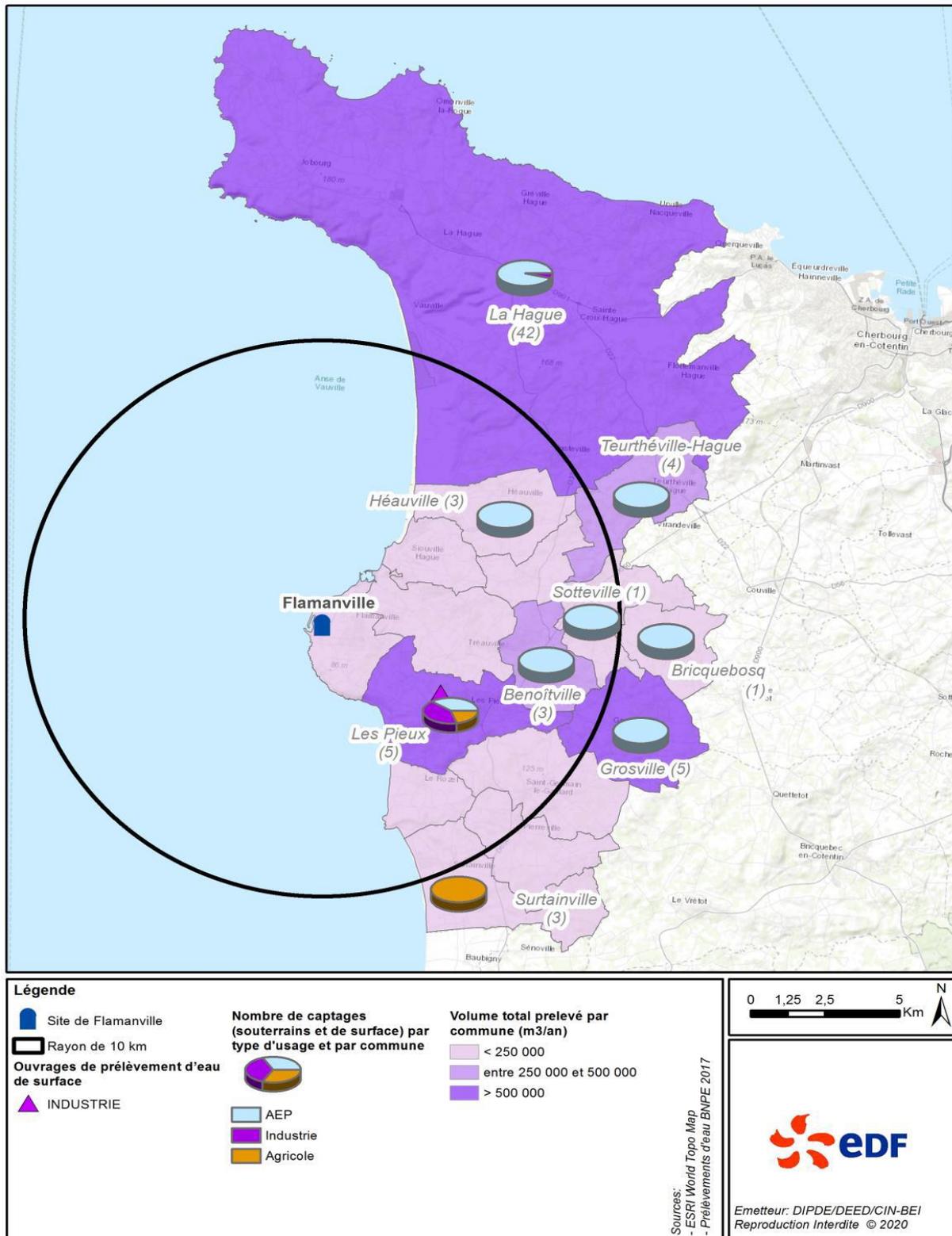


Figure 9.i : Localisation des usages de l'eau dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville et volume total d'eau prélevé par commune et par an

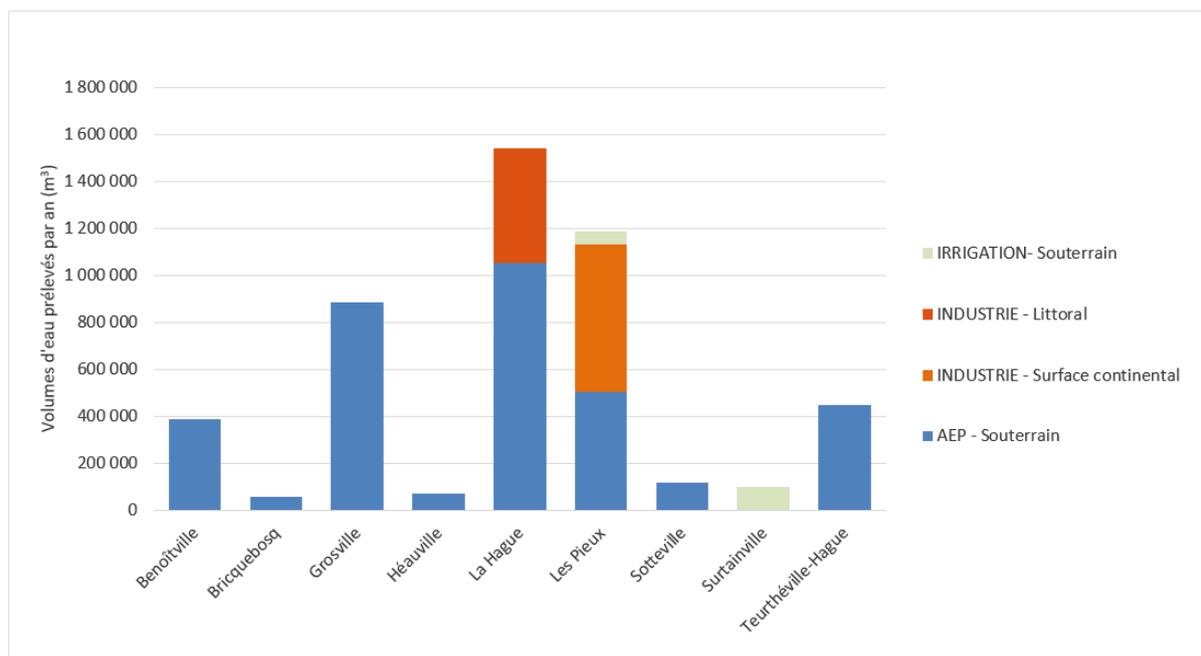


Figure 9.j : Volumes d'eau prélevés dans les communes localisées dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville par type d'usage

9.1.3.1.2. Description des types de prélèvements d'eau

9.1.3.1.2.1. Eau potable

Du fait de la confidentialité de la localisation des captages AEP en France, aucun point n'est représenté sur la carte à la [Figure 9.i](#), qu'ils soient souterrains ou de surface.

Dans le rayon d'étude de 10 kilomètres, les points de prélèvements AEP les plus proches du site de Flamanville (situé au bord de la mer) sont localisés sur la commune des Pieux, à environ 6 kilomètres au sud-est. Ces deux prélèvements souterrains sont réalisés par la communauté d'agglomération du Cotentin. Le volume total prélevé en 2017 est de 503 364 m³.

9.1.3.1.2.2. Eau à usage industriel

Les deux points de prélèvement d'eau à usage industriel situés à près de 5 kilomètres au sud-est du site, sur la commune des Pieux, sont les plus proches. Ces deux prélèvements sont réalisés dans des eaux de surface par EDF. Le volume total prélevé en 2017 est de 629 884 m³.

9.1.3.1.2.3. Eau à usage agricole

Dans le rayon d'étude de 10 kilomètres, le point de prélèvement d'eau à usage agricole (irrigation) le plus proche du site se situe à environ 7 kilomètres au sud-est du site de Flamanville, sur la commune des Pieux. Le volume d'eau prélevé en 2017 au niveau de cet ouvrage souterrain est de 52 000 m³.

9.1.3.2. INFRASTRUCTURES ET VOIES DE COMMUNICATION

Les principales voies de communication (réseaux routier) dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville sont présentées à la [Figure 9.k](#).

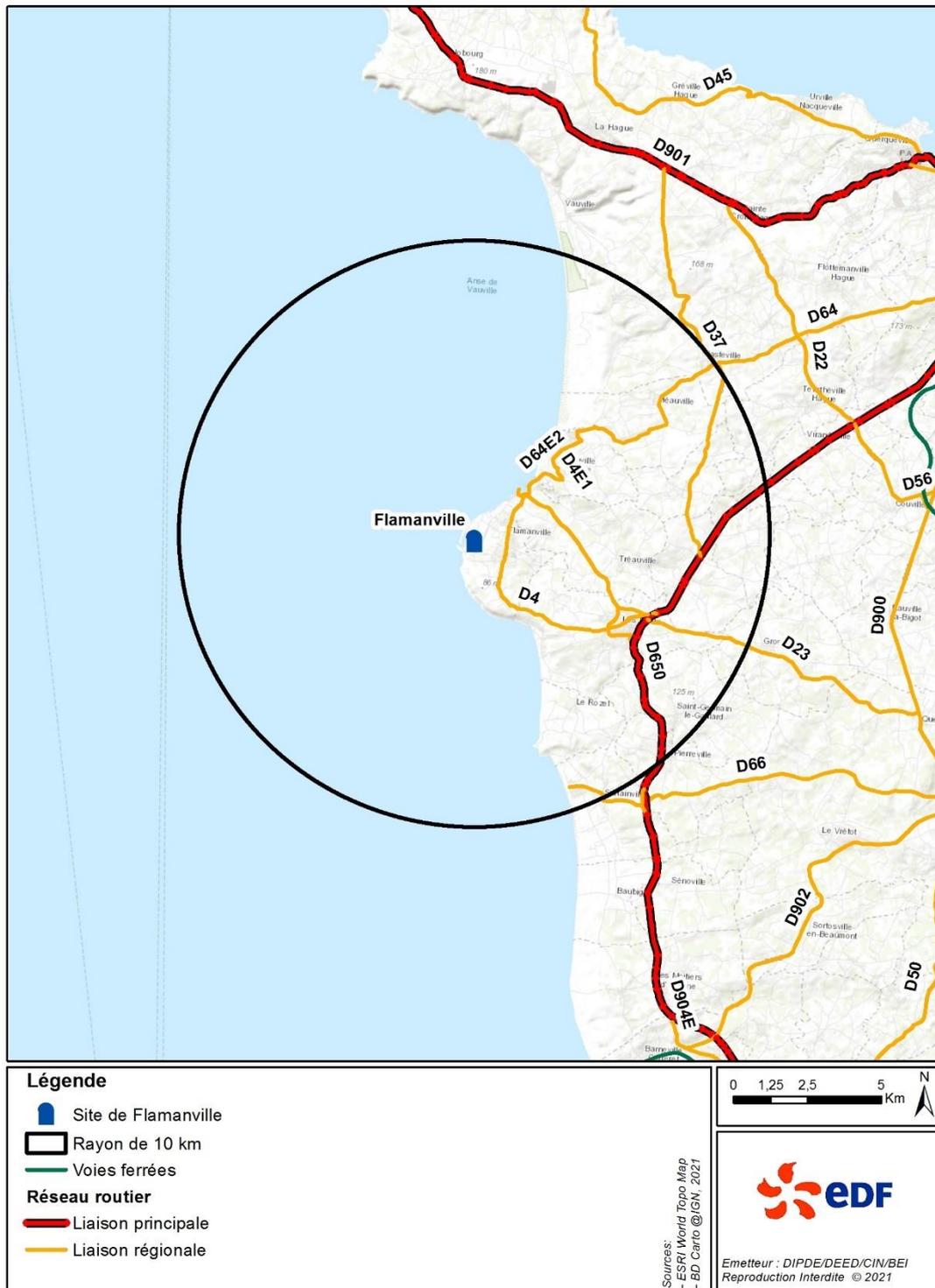


Figure 9.k : Principales voies de communication dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville

9.1.3.2.1. Réseau routier et trafic associé

Une cartographie du trafic routier⁸ au voisinage du site de Flamanville est présentée à la [Figure 9.I](#). Sur cette carte, les points de comptage sont matérialisés par des pastilles.

Le trafic sur la portion de la route départementale RD23, passant à 3 kilomètres à l'est du site, est estimé à 6 351 véhicules par jour, dont 3,2 % de poids lourds.

Sur la route départementale RD650, passant à environ 8 kilomètres à l'est du site, le trafic est estimé à 10 808 véhicules en moyenne chaque jour, dont 2,8 % de poids lourds.

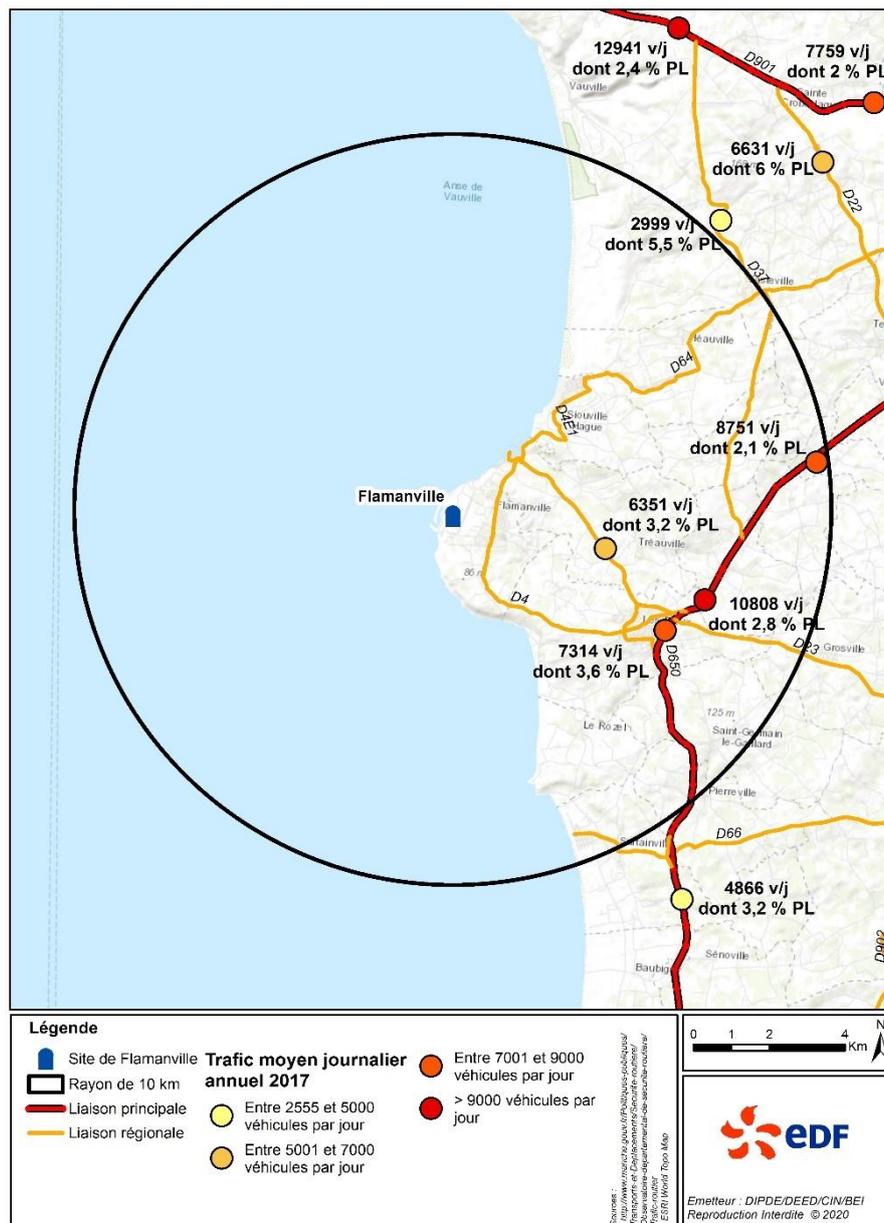


Figure 9.I : Trafic routier dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville

⁸ Source : <https://www.manchegouv.fr/Politiques-publiques/Transports-et-Deplacements/Securite-routiere/Observatoire-departemental-de-securite-routiere/Trafic-routier>

9.1.3.2.2. Réseau ferroviaire et trafic associé

Il n'y a pas de voie ferrée comprise dans le périmètre de 10 kilomètres autour du site de Flamanville.

9.1.3.2.3. Voies navigables

Le site de Flamanville est situé au bord de la Manche.

Le couloir de la Manche est animé par un intense trafic de passagers entre les Îles Britanniques et la France.

En effet, 792 868⁹ passagers transmanche ont été décomptés au niveau des ports ferry de Cherbourg-en-Cotentin et Granville (Manche) en 2018.

Le trafic de passagers dans les croisières maritimes était de 154 498 personnes en 2018 dans le département de la Manche.

Pour information, la gare maritime du port de plaisance Diélette est située à 2 kilomètres au nord-est du site, sur la commune de Tréauville.

La Manche est également une voie privilégiée du transport marchandises. Le trafic total de fret en 2018 à Cherbourg-en-Cotentin et Granville s'élevait à environ 1,6 million⁹ de tonnes de marchandises.

9.1.3.3. ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL

La localisation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) soumises à enregistrement ou autorisation dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville est présentée à la [Figure 9.m](#).

Aucune installation SEVESO n'est recensée à ce jour dans l'aire d'étude.

Les ICPE situées dans le périmètre d'étude sont majoritairement des sites d'exploitation agricole et d'élevage.

Plusieurs installations soumises à enregistrement sont localisées dans le périmètre de 10 kilomètres autour du site :

- GAEC des Genetières, un groupement agricole d'exploitation en commun qui est localisé à 4 kilomètres à l'est du site, sur la commune de Tréauville.
- EARL Bregiot, une exploitation agricole à responsabilité limitée qui est située à 6 kilomètres à l'est du site, sur la commune de Tréauville.
- SCEA Vaultier, une société civile d'exploitation agricole implantée à 6 kilomètres au nord-est du site, sur la commune de Héauville.
- GAEC d'Etoupeville, un groupement agricole d'exploitation en commun localisé à 9 kilomètres au nord-est du site, sur la commune de Helleville.
- L'installation de stockage des déchets inertes exploitée par la Communauté d'Agglomération du Cotentin. Elle est implantée à près de 9 kilomètres au nord-est du site, sur la commune de Héauville.
- GAEC de la Rabasserie, un groupement agricole d'exploitation en commun installé à environ 8 kilomètres au nord-est du site, sur la commune de Héauville.
- La société Aubert Daniel dont l'activité est l'élevage porcin. Elle est située à 9 kilomètres au sud-est du site, sur la commune de Benoîtville.

⁹ Source : Panorama économique 2019 – CCI Normandie.

- EARL du Maliveau localisée à 9 kilomètres au sud-est du site, sur la commune de Benoîtville.
- GAEC du Montibi situé à 9 kilomètres au sud-est du site, sur la commune de Benoîtville.
- EARL du Vautier implantée à 8 kilomètres au sud-est du site, sur la commune de Benoîtville.

Par ailleurs, une installation soumise à autorisation appartenant à la Communauté d'Agglomération du Cotentin est localisée à près de 9 kilomètres au nord-est du site de Flamanville, sur la commune de Héauville. Elle est destinée au stockage et au traitement des ordures ménagères.

Notons par ailleurs la présence du Parc d'activités économiques structurant des « Costils », à environ 6,5 kilomètres au sud-est du site, sur les communes des Pieux et de Benoîtville. Il s'agit d'une zone aménagée destinée à l'accueil d'activités artisanales et industrielles. La zone artisanale « Petite industrie », localisée à environ 8,5 kilomètres au sud-est du site sur la commune de Saint-Germain-le-Gaillard, est occupée par des activités de construction et immobilières, des activités spécialisées dans les domaines scientifique et technique, la réparation d'automobiles et de motocycles et l'hébergement et la restauration. Notons également la présence d'une zone horticole et maraîchère « Les Fleurys », à environ 7 kilomètres au sud-est du site sur la commune de Benoîtville.

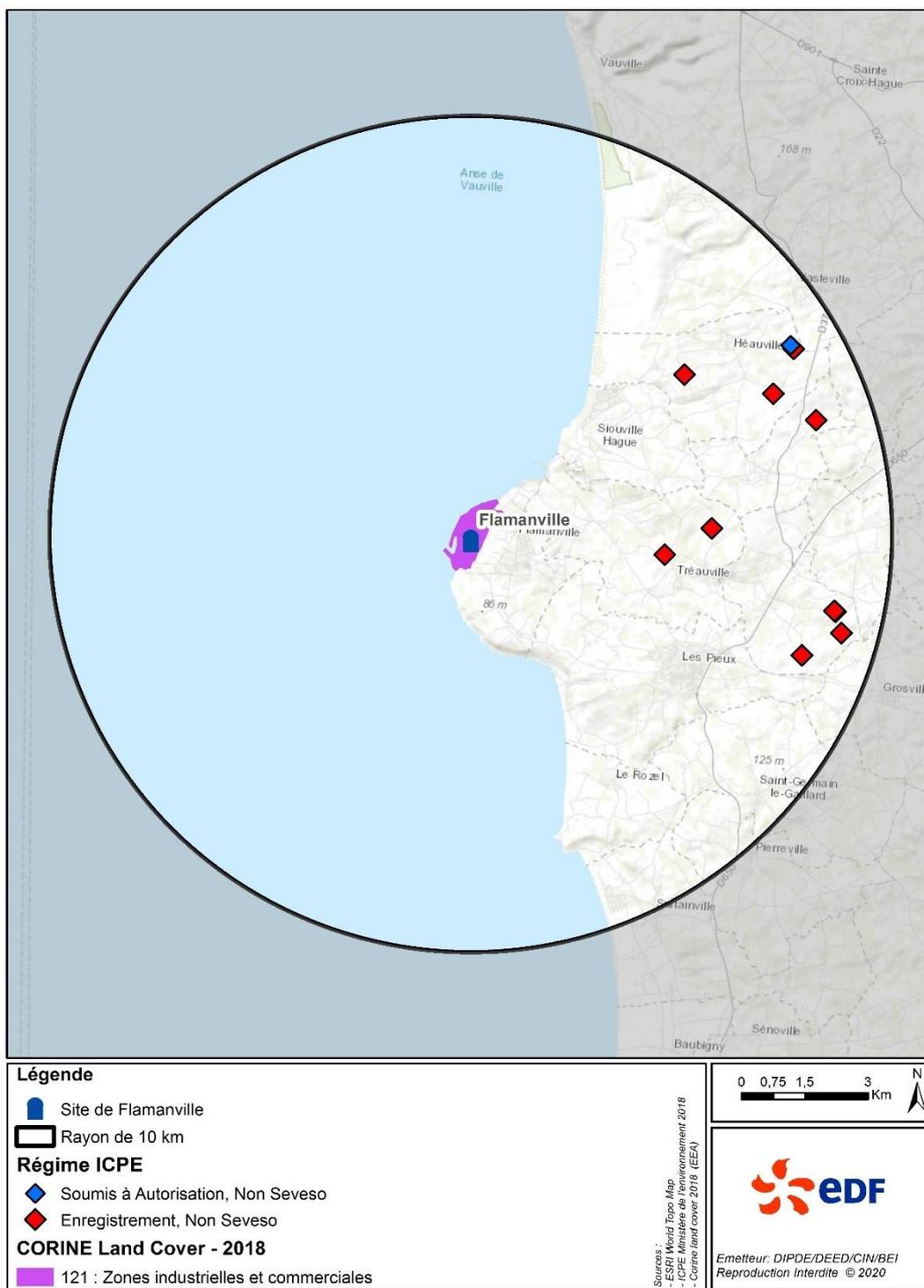


Figure 9.m : ICPE soumises à enregistrement ou autorisation dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville

9.1.3.4. ESPACES ET ACTIVITÉS DE LOISIRS

9.1.3.4.1. Chasse

En 2019, la Fédération départementale des chasseurs de la Manche a délivré environ 15 000 permis de chasse.

Les principales espèces chassées¹⁰ dans le département de la Manche sont :

- le gibier sédentaire : lièvre, perdrix grise, perdrix rouge, faisan ;
- le grand gibier : chevreuil, cerf élaphe, cerf sika, sanglier ;
- les autres espèces : lapin, renard, étourneau sansonnet, corbeau freux, corneille noire, pie bavarde, geai, sturnidés, rats musqués, ragondins.

9.1.3.4.2. Pêche

La Fédération départementale de pêche de la Manche a comptabilisé au total 13 000 adhérents¹¹ en 2019.

Les principales espèces pêchées sont le brochet, le sandre, la truite fario, la truite arc-en-ciel, les aloses, les grenouilles vertes et rousses.

La pêche des espèces suivantes est interdite durant toute l'année : les lamproies, les écrevisses à pattes rouges, des torrents, à pattes blanches et à pattes grêles.

Notons la présence des étangs du château de Flamanville situés à près de 800 mètres au sud-est du site où la pêche de loisir peut être pratiquée.

La pêche maritime de loisir, ainsi que la pêche à pied (coquillages, crustacés...), est également réalisée en bord de mer.

Les principales espèces pêchées sont le bar, la sole, le merlus, le cabillaud... Sont également pêchés les coquillages (huître, moule, bulot, bigorneau, amande de mer, coque, couteau, ormeau, palourde, patelle, praire...) et les crustacés (principalement les crevettes).

9.1.3.4.3. Zones de baignade

Plusieurs zones de baignade¹² sont localisées dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville. Il s'agit de :

- La plage de Diélette, située à environ 500 mètres au nord-est du site.
- La Plage de Siouville-Hague localisée à près de 4 kilomètres au nord-est du site.
- Clairefontaine, une zone baignade située à 4 kilomètres au nord-est du site, sur la commune de Siouville-Hague.
- La Plage de Sciotot située à 5 kilomètres au sud-est du site, sur la commune des Pieux.
- La Plage du Rozel située à près de 7 kilomètres au sud-est du site.
- La Plage de Surtainville, à 9 kilomètres au sud-est du site.
- La Plage de Vauville située à 10 kilomètres au nord-est du site, sur la commune de La Hague.

¹⁰ Arrêté préfectoral fixant les dates d'ouverture et de clôture de la chasse pour la campagne 2019/2020 dans le département de la Manche – Version du 20 septembre 2019.

¹¹ Source : Fédération départementale de pêche de la Manche – Arrêté réglementaire permanent du 13 février 2020 relatif à l'exercice de la pêche dans le département de la Manche.

¹² Source : Site Baignades du Ministère des Affaires Sociales et de la Santé.

9.1.3.4.4. Autres activités de loisirs

Des activités sportives et de loisirs comme la natation, les balades nautiques, le golf ou encore l'escalade, peuvent être pratiquées dans le département de la Manche.

Environ 54 sites touristiques (monuments historiques, îles, musées, sites sacrés et religieux...) sont répertoriés sur le département de la Manche.

Le site touristique le plus proche est localisé à environ 1 kilomètre à l'est du site. Il s'agit du camping Les Tourterelles.

9.1.3.5. AUTRES USAGES

La filière aquaculture en Normandie et dans le Cotentin est principalement le fait de la conchyliculture.

La Côte Ouest du Cotentin constitue le seul bassin normand où ostréiculture et mytiliculture ont une importance comparable. On y trouve environ 560 hectares de parcs ostréicoles et 270 kilomètres de bouchots. Les seules concessions vénéricoles (élevage des palourdes) réellement exploitées se situent à Chausey (24 hectares).

D'après les données de l'IFREMER, il n'y a pas d'exploitation conchylicole recensée à proximité immédiate du site de Flamanville. Les exploitations les plus proches sont des exploitations ostréicoles qui se situent au niveau de Porbail, à 26 kilomètres au sud-est du site¹³. Ainsi, aucune activité d'aquaculture¹⁴ n'a été recensée à ce jour dans le périmètre de 10 kilomètres autour du site de Flamanville.

La pêche professionnelle en mer est une activité économique essentielle pour la région.

Du nord vers le sud (de l'anse de Vauville à l'anse de Sciotot), on observe des activités de pêche aux engins dormants (casiers à crustacés, casier à bulots, casiers à seiches) sur les fonds rocheux, vers la côte. La pêche au filet est également pratiquée. Les arts traînants (drague à coquilles Saint-Jacques, chalut pour poissons plats) sont réalisés sur les fonds sableux. Les principales espèces de poisson pêchées sont : le tacaud, la roussette, la seiche, le merlan, le grondin rouge, le bar, le cabillaud, le congre, la daurade royale, la dorade grise, l'églefin...

Les ports de pêche les plus proches du site sont ceux de Diélette et de Barneville-Carteret, situés respectivement à près 1,5 kilomètre au nord-est du site et 18 kilomètres au sud du site.

À noter que l'utilisation de tout engin de pêche dormant ou traînant est proscrite à l'intérieure des aires de cantonnement dont la plus proche du site est celle de Diélette (arrêté préfectoral n° 118-2012 rendant obligatoire la délibération CRMW-17/2011 du comité régional des pêches maritimes et des élevages marins de Basse-Normandie portant création de la licence de pêche crustacés en Manche-Ouest) (VIIe) et organisation de cette pêche). Ces aires de cantonnement ont pour objectif le repeuplement des fonds marins pour une meilleure exploitation des ressources vivantes.

Concernant la pêche continentale, l'association des pêcheurs professionnels de Seine-Normandie est inactive¹⁵ depuis 2008 mises à part quelques pêches scientifiques effectuées, qui ont pour seule finalité d'apprécier la qualité de la ressource. Cette association de pêcheurs professionnels couvre 26 départements, de la Manche aux Vosges, du Pas-de-Calais à l'Yonne, mais seule la Seine dans sa traversée du département de l'Eure, de l'amont du barrage de Poses, ouvrage situé à 140 kilomètres de l'estuaire, et à 25 kilomètres de Rouen, aux abords de Paris, accueillait des pêcheurs.

¹³ Source :

https://envlit.ifremer.fr/layout/set/print/region/basse_normandie/activites/conchyliculture/cote_ouest_cotentin

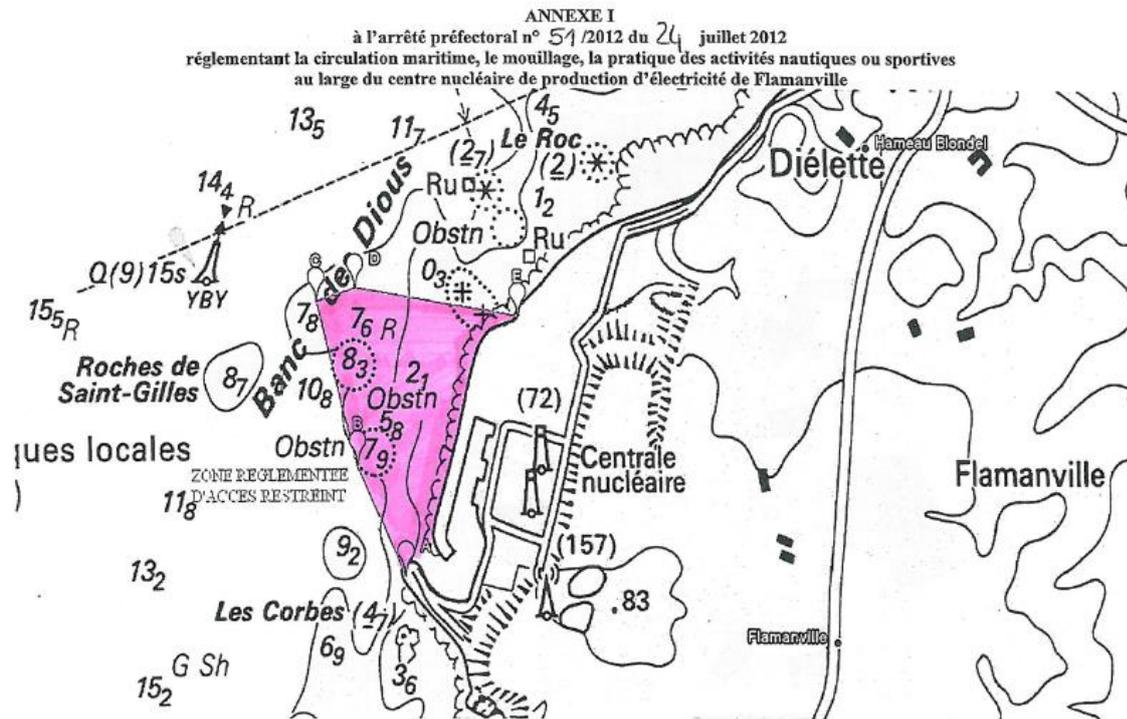
¹⁴ Source : <https://www.infogreffe.fr/entreprises-departement/manche-03-050.html>

¹⁵ Source : <https://www.lepecheurprofessionnel.fr/organisation-de-la-peche-professionnelle/>

9.1.3.6. ZONE INTERDITE À CERTAINES ACTIVITÉS

La préfecture Maritime de La Manche et de la Mer du Nord a signé un arrêté « réglementant la circulation maritime, le mouillage, la pratique des activités nautiques ou sportives au large du centre nucléaire de production d'électricité de Flamanville » dont la dernière version date du 24 juillet 2012 (arrêté préfectoral n° 51/2012).

La carte suivante, annexée à l'arrêté, indique la zone interdite à la navigation, le stationnement, le mouillage, la pêche, la baignade, la plongée sous-marine et de manière générale à toute activité nautique. Les coordonnées exactes figurent dans l'arrêté.



Par dérogation, sont autorisés à évoluer et/ou pratiquer des activités nautiques à l'intérieur de la zone réglementée :

- les bâtiments de l'État, les navires et embarcations concourant à l'action de l'État ;
- les navires d'assistance ou de secours en mer ;
- les navires ou engins nautiques disposant d'autorisation temporaire sont autorisés dans cette zone.

9.1.4. SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LES ACTIVITÉS HUMAINES

Au vu des informations présentées ci-avant, les enjeux relatifs aux activités humaines concernent principalement les activités liées au milieu aquatique (usages de l'eau et activités de loisirs), et dans une moindre mesure, le trafic routier. Concernant les activités humaines en lien avec la Manche, celles-ci présentent des enjeux modérés (Cf. [Paragraphe 9.1.3.1](#)).

ÉVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT EN L'ABSENCE DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET

Indépendamment du fonctionnement du site de Flamanville, et en l'absence de mise en œuvre du projet, les changements naturels probables par rapport au scénario de référence pour les différents enjeux associés à la thématique « Activités humaines » sont difficiles à évaluer, aucune source documentaire traitant des scénarios d'évolution n'ayant été identifiée dans le cadre de cette étude. Cependant, il est possible de s'appuyer sur les transformations passées pour extrapoler d'éventuelles évolutions futures. Ainsi, la comparaison des données d'occupation des sols issues de la base Corine Land Cover, depuis 1990 jusqu'en 2018 dans un rayon de 10 kilomètres autour du site, peut constituer une façon d'appréhender les éventuelles pressions pouvant s'exercer.

La [Figure 9.o](#) présente les changements d'occupation des sols ayant eu lieu entre 1990 et 2018 dans un rayon de 10 kilomètres autour de Flamanville, et ayant une cause probablement liée à l'activité humaine.

L'artificialisation des terres agricoles apparaît comme la principale cause d'évolution d'occupation des sols entre 1990 et 2018, dans le périmètre de 10 kilomètres autour du site de Flamanville. Le développement des zones industrielles est la seconde cause d'évolution des usages des terres (transformation observée entre [1990-2000]).

Au vu des évolutions de population envisagées (Cf. [Paragraphe 8.1.3 du Chapitre 8](#)), il est possible de penser que ce phénomène perdurera, induisant une diminution des surfaces agricoles.

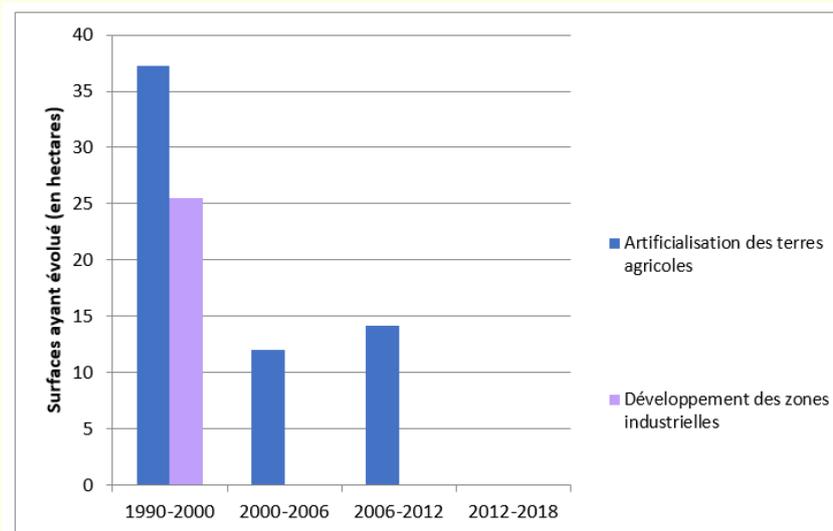


Figure 9.o : Causes identifiées de l'évolution de l'occupation des sols entre 1990 et 2018 dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Flamanville

Nota : ce graphique est issu d'un traitement de données d'occupations des sols (comparaison évolutive de l'affectation des sols) et d'une catégorisation des changements constatés (Source : Corine Land Cover 1990, 2000, 2006, 2012 et 2018).

9.2.

ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES ACTIVITÉS HUMAINES

9.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES USAGES DES TERRES

L'objet de ce paragraphe est d'analyser les incidences du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les usages des terres.

L'évaluation de l'impact dosimétrique à l'Homme des rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides (Cf. [Paragraphe 8.2.1 du Chapitre 8](#)) permet de conclure que pour les cibles considérées, la dose efficace totale annuelle liée aux rejets d'effluents radioactifs aux limites de l'installation, toutes voies d'exposition (y compris par ingestion de denrées alimentaires, en considérant notamment des apports par irrigation et dépôts atmosphériques sur les surfaces agricoles) et tous radionucléides confondus, est inférieure à la limite annuelle d'exposition fixée par l'article R. 1333-11 du code de la santé publique.

D'autre part, l'évaluation de l'impact sur la santé des rejets chimiques atmosphériques et liquides (Cf. [Paragraphe 8.2.2 du Chapitre 8](#)) ne met pas en évidence de risque sanitaire attribuable au site de Flamanville sur les populations avoisinantes potentiellement exposées.

Ainsi, l'évaluation de l'exposition humaine via l'environnement aux rejets d'effluents radioactifs et chimiques du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) permet de conclure à l'absence d'incidence significative sur l'usage des terres (en particulier les surfaces agricoles et les biens matériels), ainsi que sur le milieu côtier et marin.

9.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LE PAYSAGE ET LE PATRIMOINE CULTUREL

L'objet de ce paragraphe est d'analyser les incidences du réacteur 3 du site de Flamanville sur le paysage et le patrimoine culturel.

Les réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville ont été mis en service entre 1985 et 1986. Le site est donc actif depuis 35 ans environ et fait maintenant partie du paysage.

Ainsi, le réacteur 3 du site de Flamanville, dont la construction est achevée, s'insère parfaitement dans cet environnement industriel.

Le réacteur 3 du site de Flamanville n'a pas d'incidences sur le paysage et le patrimoine culturel.

9.2.3. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES ACTIVITÉS HUMAINES ET LES BIENS MATÉRIELS

9.2.3.1. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES USAGES DE L'EAU

Le présent paragraphe analyse les incidences du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les usages de l'eau, à savoir : les points de prélèvements d'eau (Cf. [Paragraphe 9.1.3.1](#)), la pêche professionnelle et la conchyliculture (Cf. [Paragraphe 9.1.3.5](#)).

Le fonctionnement du site de Flamanville s'accompagne de différents besoins en eau dont le plus important permet d'assurer le refroidissement des condenseurs. Cependant, l'eau prélevée en mer pour le refroidissement est intégralement restituée au milieu (Cf. [Paragraphe 2.2.1 du Chapitre 2](#)).

D'autre part, l'évaluation de l'impact sur la santé des rejets liquides radioactifs et chimiques (y compris lors de la baignade et par ingestion de denrées alimentaires tels que les produits de la pêche) (Cf. [Paragraphe 8.2.1 du Chapitre 8](#) et [Paragraphe 8.2.2 du Chapitre 8](#)) ne met pas en évidence de risque sanitaire attribuable au site de Flamanville sur les populations avoisinantes potentiellement exposées.

Par conséquent, le site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) n'a pas d'incidence sur la disponibilité de la ressource et les rejets ne sont pas de nature à remettre en cause les usages de l'eau à proximité du site de Flamanville.

9.2.3.2. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES ESPACES ET ACTIVITÉS DE LOISIRS

Le présent paragraphe analyse les incidences du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les usages de l'eau pour les activités de loisirs telles que la baignade et la pêche y compris la pêche à pied (Cf. [Paragraphe 9.1.3.4.2](#)).

L'évaluation de l'impact sur la santé des rejets radioactifs liquides et atmosphériques (y compris par consommation d'eau, ingestion de denrées alimentaires, pratique de pêche...) (Cf. [Paragraphe 8.2.1 du Chapitre 8](#)) ne met pas en évidence de risque sanitaire attribuable au site de Flamanville sur les populations avoisinantes potentiellement exposées.

De même, l'évaluation de l'impact sur la santé des rejets chimiques liquides et atmosphériques (pratique de pêche, baignade) (Cf. [Paragraphe 8.2.2 du Chapitre 8](#)) ne met pas en évidence de risque sanitaire attribuable au site de Flamanville sur les populations avoisinantes potentiellement exposées.

Par conséquent, les rejets chimiques et radioactifs liés au site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) n'ont pas d'incidence significative sur les espaces et activités de loisirs.

9.2.3.3. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES INFRASTRUCTURES ET VOIES DE COMMUNICATION

Ce paragraphe analyse les incidences du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les infrastructures et les voies de communication.

Le fonctionnement du site de Flamanville génère un trafic de l'ordre d'un millier de véhicules légers par jour et une vingtaine de poids lourds par jour.

Ainsi, le trafic total généré par le fonctionnement du site de Flamanville représente respectivement 18 % et 10 % du trafic total sur les routes départementales RD23 et RD650.

Le trafic généré par le site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) peut être considéré comme modéré au regard du trafic sur les infrastructures routières passant à proximité.

Le fonctionnement du site de Flamanville nécessite l'utilisation ponctuelle du port de Diélette pour la livraison des équipements lourds lors des visites décennales (de l'ordre de quelques transports tous les 10 ans).

La surveillance du milieu marin autour du site s'accompagne de l'intervention de quelques bateaux par an.

Le site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) n'a donc pas d'influence sur le trafic maritime.

9.2.3.4. ANALYSE DES INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL

Le présent paragraphe analyse les incidences du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur l'environnement industriel.

Le site de Flamanville n'a pas d'interactions avec les autres installations industrielles du secteur d'étude. De ce fait, le site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) n'a pas d'incidence sur l'environnement industriel.

9.2.3.5. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LES AUTRES USAGES

L'objet de ce paragraphe est d'analyser les incidences du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) sur les autres usages identifiés, qui sont principalement la pêche professionnelle en Manche.

De même que pour le [Paragraphe 9.2.3.2](#) :

- L'évaluation de l'impact sur la santé des rejets radioactifs liquides et atmosphériques (y compris par consommation d'eau, ingestion de denrées alimentaires, pratique de pêche...) (Cf. [Paragraphe 8.2.1 du Chapitre 8](#)) ne met pas en évidence de risque sanitaire attribuable au site de Flamanville sur les populations avoisinantes potentiellement exposées.
- De même, l'évaluation de l'impact sur la santé des rejets chimiques liquides et atmosphériques (pratique de pêche, baignade) (Cf. [Paragraphe 8.2.2 du Chapitre 8](#)) ne met pas en évidence de risque sanitaire attribuable au site de Flamanville sur les populations avoisinantes potentiellement exposées.

Par conséquent, les rejets chimiques et radioactifs liés au site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) n'ont pas d'incidence significative sur les autres usages identifiés (pêche professionnelle).

9.2.4. ANALYSE DES INCIDENCES SUR LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

Ce paragraphe analyse les incidences du réacteur 3 de Flamanville sur la consommation énergétique.

Le site de Flamanville assure la fourniture des besoins pour sa propre consommation. En 2019, il a produit 6,47 TWh (réacteurs 1 et 2) soit environ 2 % de la production nucléaire française.

L'objectif de production annuelle du réacteur 3 du site de Flamanville est de 13 TWh.

La consommation en énergie électrique liée au réacteur 3 du site de Flamanville sera quasiment nulle hors perte du transformateur de soutirage (et représente moins de 0,1 % de la production électrique du réacteur).

La consommation annuelle en énergie électrique des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville s'élève à environ 16 GWh, ce qui représente près de 0,2 % de l'électricité produite annuellement par le CNPE. Notons que des groupes électrogènes diesels de secours sont présents sur le site de Flamanville. Des essais sont réalisés périodiquement afin de contrôler leur bon fonctionnement.

La consommation annuelle en combustible associée à ces essais (cumul des réacteurs 1 et 2) s'élève en moyenne à près de 200 m³ de fioul domestique (FOD) et à près de 51 m³ de kérosène.

Pour le réacteur 3, la consommation annuelle prévisionnelle est de 800 m³ de Gazole Non Routier.

9.3. SURVEILLANCE

Les actions de surveillance des différents milieux sont décrites aux paragraphes suivants : [Paragraphe 3.3 du Chapitre 3](#), [Paragraphe 4.3 du Chapitre 4](#), [Paragraphe 5.3 du Chapitre 5](#) et [Paragraphe 6.3 du Chapitre 6](#).

9.4.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

Les mesures d'évitement et de réduction d'impact concernant les activités humaines mises en place par le site de Flamanville concernent principalement l'emprise au sol et les nuisances visuelles (Cf. [Tableau 9.a](#)). L'agencement des installations est organisé dès la conception de manière à limiter les besoins d'espace, en utilisant autant que possible les installations déjà existantes.

Tableau 9.a : Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts pour les activités humaines

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Activités humaines	L'agencement des installations est organisé dès la conception de manière à limiter les besoins d'espace, en utilisant autant que possible les installations déjà existantes.	Évitement, Réduction	Coût intégré à la conception et à l'exploitation
	Un travail d'optimisation des installations déjà existantes des réacteurs 1 et 2 de Flamanville a été réalisé pour subvenir aux besoins du troisième réacteur. Par exemple, l'optimisation de la gestion des rejets radioactifs liquides a conduit à faire le choix de la mutualisation (avec extension) des installations de site existantes pour le stockage des effluents liquides avant rejet.	Évitement, Réduction	Coût de la mise à niveau de la station d'épuration de FLA1-2 pour prendre en compte FLA3 : 1 million d'euros
Intégration paysagère	Dès 1974, EDF a confié la définition architecturale des centrales nucléaires à un collège composé de neuf architectes reconnus au plan national et qui ont travaillé en étroite collaboration avec les ingénieurs concepteurs d'EDF. Les études relatives à l'insertion de la centrale dans le paysage ont ensuite été confiées à un architecte de site, membre du collège et assisté d'architectes, d'urbanistes et de paysagistes locaux. Ces études ont porté sur : <ul style="list-style-type: none"> • l'aménagement paysager (plantations), • le choix des matériaux et des couleurs, • l'architecture des bâtiments annexes. Ces études tiennent compte des spécificités de la région et de la perspective qu'offrent les ouvrages depuis les principaux points de vue qui les entourent.	Réduction	Coût intégré à la conception du site

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
	<p>Comme pour les deux réacteurs existants, la construction de l'EPR fait l'objet d'une étude architecturale afin de garantir une homogénéité visuelle de l'ensemble des bâtiments (réacteurs existants et EPR), ainsi que des études d'insertion du site dans le paysage.</p> <p>La construction de l'EPR constitue l'extension de la centrale actuelle. L'implantation de cette unité est en conformité avec le plan masse d'origine qui prévoyait également un 4^{ème} réacteur.</p> <p>Ce nouveau réacteur nucléaire a fait l'objet de recherches architecturales spécifiques et détaillées permettant de donner une image contemporaine à l'ensemble des nouveaux espaces bâtis tout en respectant le plan de masse d'origine, les bâtiments existants et surtout l'ensemble du site naturel.</p>	Réduction	Coût intégré à la conception de l'EPR

Ces mesures ont été prises en compte lors de l'analyse à court, moyen et long terme des incidences négatives et positives, directes et indirectes, temporaires et permanentes sur les activités humaines menée précédemment. Cette analyse ne met pas en évidence d'incidences négatives notables sur les activités humaines, si bien qu'il n'est pas proposé de mesures supplémentaires d'évitement, de réduction ou bien compensatoires.

9.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES

L'enjeu méthodologique, associé à l'élaboration du paragraphe « Scénario de référence », réside dans le fait de disposer de données fiables, actualisées et précises, de manière à permettre une description fidèle des activités humaines au sein de la zone d'étude.

L'approche mise en œuvre dans le cas de la présente mise à jour de l'étude d'impact du site de Flamanville s'appuie sur les deux grands principes suivants :

- Utilisation autant que possible de données publiques et fiables, actualisées périodiquement et géoréférencées (ex : données de la BNPE relatives aux prélèvements d'eau). Dans la mesure où de telles données n'étaient pas disponibles, une prise d'informations a également été faite auprès d'autres sources fiables (ex : informations relatives aux activités de chasse et de pêche, récupérées par l'intermédiaire des fédérations départementales de la chasse et de la pêche).
- Utilisation d'un Système d'Information Géographique (SIG) permettant d'avoir une approche spatiale et de sélectionner les données, les analyser (ex : exploitation des données Corine Land Cover par entité paysagère) puis les présenter (affichages de cartes).

L'évaluation des incidences a été réalisée sur la base d'une analyse des connaissances des enjeux environnementaux, des caractéristiques du CNPE de Flamanville (réacteurs 1 et 2) et des caractéristiques du projet de mise en service du réacteur 3 du site de Flamanville.

Elle est quantitative chaque fois que cela est possible :

- L'évaluation des incidences sur l'usage des terres, les usages de l'eau, les espaces et activités de loisirs s'appuie sur des études d'évaluation de l'impact sur la santé des rejets liquides et atmosphériques chimiques et des rejets radioactifs présentées au [Chapitre 8](#).
- L'incidence sur les infrastructures et voies de communication a été évaluée à partir du nombre de véhicules générés actuellement par le site et de l'estimation du nombre de véhicules légers et des camions de livraison lié au fonctionnement du site, ainsi que des données publiques liées au trafic autour du site de Flamanville.
- L'incidence sur la consommation énergétique est réalisée à partir des consommations sur les dernières années pour les réacteurs 1 et 2 et sur les prévisions de consommation du réacteur 3 du site de Flamanville.

Lorsque l'analyse des incidences ne peut être réalisée de façon quantitative, l'appréciation est qualitative, donc basée sur une approximation par rapport à d'autres situations connues (cas pour le paysage et le patrimoine culturel, par exemple).

9.6. CONCLUSION

Au vu des éléments présentés ci-dessus, l'analyse du fonctionnement du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) n'a pas d'incidence notable sur les activités humaines ou les biens matériels.

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 10 -

Gestion des déchets

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 10.....	5
10.1. PRÉSENTATION DES DÉCHETS PRODUITS.....	6
10.1.1. ORIGINE DES DÉCHETS.....	6
10.1.2. CATÉGORIES ET TYPES DE DÉCHETS	8
10.1.3. QUANTITÉS DE DÉCHETS PRODUITS	16
10.1.4. QUANTITÉS DE DÉCHETS À PRODUIRE	17
10.1.5. MODALITÉS DE GESTION DES DÉCHETS	19
10.1.6. OPTIMISATION REJETS / DÉCHETS	27
10.2. FILIÈRES DE GESTION DES DÉCHETS.....	30
10.2.1. DÉCHETS RADIOACTIFS.....	30
10.2.2. DÉCHETS CONVENTIONNELS.....	32
10.3. MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES	33
10.3.1. RÉDUCTION À LA SOURCE DE LA QUANTITÉ ET DE LA NOCIVITÉ DES DÉCHETS	33
10.3.2. TRI / COLLECTE SÉLECTIVE, TRAITEMENT / CONDITIONNEMENT, ENTREPOSAGE ET ÉVACUATION DES DÉCHETS.....	38
10.3.3. CONCLUSION.....	43
10.4. COMPATIBILITÉ AU PLAN NATIONAL DE GESTION DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS (PNGMDR)	44
10.5. DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES.....	45
10.6. CONCLUSION	46

TABLEAUX

Tableau 10.a :	Catégories des déchets radioactifs	9
Tableau 10.b :	Catégories et origine des déchets radioactifs du site de Flamanville	10
Tableau 10.c :	Catégories et origine de déchets conventionnels du site de Flamanville	10
Tableau 10.d :	Déchets radioactifs et conventionnels produits par les opérations de traitement des liquides et des gaz sur le site de Flamanville (réacteurs 1, 2 et 3)	11
Tableau 10.e :	Déchets radioactifs et conventionnels produits par les opérations de traitement des déchets solides et par les opérations de maintenance sur le site de Flamanville (réacteurs 1, 2 et 3).....	14
Tableau 10.f :	Déchets conventionnels produits par les opérations annexes sur le site de Flamanville	15
Tableau 10.g :	Flux moyens de déchets radioactifs TFA, FA-VC et MA-VC produits par le CNPE de Flamanville (réacteurs 1 et 2) sur la période de référence et quantités de déchets MA-VL entreposés à fin 2019	16
Tableau 10.h :	Flux moyens de déchets conventionnels sur la période [2010-2019].....	17
Tableau 10.i :	Flux moyens annuels de colis de déchets radioactifs à venir (période [2020-2023]) pour les réacteurs 1 et 2	17
Tableau 10.j :	Flux moyens annuels de déchets radioactifs à venir (projection sur une période de 5 ans après la mise en service) pour le réacteur EPR.....	18
Tableau 10.k :	Flux moyens annuels de déchets conventionnels à venir – Réacteurs 1 et 2.....	18
Tableau 10.l :	Flux moyens annuels de déchets conventionnels à venir – Réacteur 3 (EPR) (projection sur une période de 5 ans après la mise en service)	19
Tableau 10.m :	Numéros et familles de déchets indiqués dans le logigramme de gestion des déchets radioactifs (Figure 10.a).....	22
Tableau 10.n :	Liste des codes d'opérations d'élimination et de valorisation pour les déchets conventionnels	26

FIGURES

Figure 10.a :	Logigramme de gestion des déchets radioactifs.....	21
Figure 10.b :	Logigramme de gestion des déchets conventionnels	25
Figure 10.c :	Interactions existantes entre rejets et déchets.....	27

P RÉSENTATION DU CHAPITRE 10

Ce chapitre présente l'analyse de la gestion des déchets produits par l'exploitation actuelle du CNPE de Flamanville (réacteurs 1 et 2) et des déchets à venir produits par l'ensemble du site de Flamanville incluant l'ajout du fonctionnement du réacteur 3 (de type EPR).

Y sont décrits les déchets produits par l'exploitation du site, ainsi que leurs modalités de gestion, plus précisément :

- les types et quantités de déchets produits,
- les incidences notables que le site est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres de l'élimination et la valorisation des déchets,
- les déchets qui sont prévus d'être produits par l'ensemble des installations et équipements situés dans le périmètre de l'installation, qu'ils soient radioactifs ou non, ainsi que leur volume, leur nature, leur nocivité et les modes d'élimination envisagés,
- les dispositions retenues pour que la gestion de ces déchets réponde aux objectifs mentionnés à l'article L. 541-1 et au II de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement,
- une justification de l'optimisation de la gestion des rejets des effluents liquides et gazeux et des déchets, notamment au regard de l'impact global de l'ensemble de ces émissions pour l'environnement et la santé humaine,
- une justification de la compatibilité de l'installation, pour les déchets radioactifs produits par l'installation ou entreposés dans celle-ci, avec le décret qui établit les prescriptions du Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR),
- la démonstration du caractère Meilleures Techniques Disponibles (MTD) des schémas de gestion des déchets mis en œuvre et une présentation des solutions retenues pour minimiser les volumes de déchets produits et leur toxicité radiologique, chimique et biologique.

Le chapitre est organisé comme suit :

- [§ 10.1](#) : Présentation des déchets produits.
- [§ 10.2](#) : Filières de gestion des déchets.
- [§ 10.3](#) : Mesures d'évitement et de réduction d'impact et mesures compensatoires.
- [§ 10.4](#) : Compatibilité au Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs (PNGMDR).
- [§ 10.5](#) : Description des méthodes utilisées.
- [§ 10.6](#) : Conclusion.

10.1.

PRÉSENTATION DES DÉCHETS PRODUITS

10.1.1. ORIGINE DES DÉCHETS

Pendant la période de fonctionnement, le site de Flamanville a pour mission de produire de l'électricité d'origine nucléaire. En découle un certain nombre d'activités et de fonctions génératrices de déchets.

Trois types d'activités principales sont distingués :

- la production ;
- la maintenance ;
- les autres activités (activités annexes présentées au [Paragraphe 10.1.1.3](#)).

Ces activités sont décrites de manière détaillée dans d'autres chapitres. Les éléments utiles à la compréhension des impacts de ces activités sur la gestion des déchets sont présentés ci-après.

10.1.1.1. LES ACTIVITÉS LIÉES À LA PRODUCTION

10.1.1.1.1. Épuration des eaux des circuits primaire et secondaire

Afin de contrôler la chimie des circuits primaire et secondaire et de contrôler la concentration des différents produits introduits et formés dans ces circuits, une épuration continue par passage à travers des filtres à eau et sur des résines échangeuses d'ions est nécessaire. Cette opération est à l'origine de la production de déchets radioactifs.

10.1.1.1.2. Entreposage et manutention des combustibles

Dans chaque réacteur, une partie du combustible est renouvelé chaque année. Cette opération s'inscrit dans le cadre des arrêts programmés des réacteurs. La piscine des bâtiments combustible (BK pour les réacteurs 1 et 2 et HK pour le réacteur 3) sert de lieu d'entreposage du combustible neuf et du combustible usé.

Lors des opérations de changement d'assemblages combustible, les manœuvres de combustibles usés ou neuf s'effectuent sous eau, de la piscine du BK vers la piscine du bâtiment réacteur.

Une fois l'opération de chargement terminée, l'eau de la piscine du bâtiment réacteur est renvoyée dans un réservoir (bâche PTR).

Les assemblages combustibles usés, entreposés dans la piscine du BK (ou HK pour FLA3) pour refroidissement et décroissance radioactive pendant un à deux ans, sont mis ensuite dans des « châteaux de plomb » spécialement conçus pour le transport du combustible usé jusqu'à l'usine de retraitement de ORANO à La Hague. Le combustible usé étant retraité, il n'est pas considéré comme un déchet.

La piscine du BK reçoit également les déchets MA-VL (Moyenne Activité Vie Longue), en attente de solution de traitement ou de conditionnement pour envoi au Centre de Stockage de l'Aube (CSA).

L'eau de la piscine (circuit PTR) est refroidie par des circuits intermédiaires (RRI et SEC). Comme le circuit primaire, elle contient de l'acide borique et est épurée en continu par des filtres et des résines échangeuses d'ions. Le traitement de l'eau de la piscine génère également des déchets.

10.1.1.1.3. Fonctions secondaires

Les fonctions secondaires conduisant à la production de déchets conventionnels sont principalement : la production d'eau déminéralisée, la production auxiliaire d'électricité, le refroidissement du circuit secondaire (circuit tertiaire), le traitement des boues potentiellement pathogènes, le traitement des eaux usées, les analyses d'effluents, et le traitement de l'air de ventilation.

Les fonctions secondaires conduisant à la production de déchets radioactifs sont principalement : le traitement des effluents gazeux radioactifs, le traitement des effluents liquides radioactifs, le traitement et le conditionnement des déchets radioactifs solides.

10.1.1.2. LES ACTIVITÉS DE MAINTENANCE

La maintenance correspond à toutes les opérations d'entretien, de réparation ou de contrôle des matériels du site. Deux types de maintenance sont distingués : la maintenance courante et la maintenance exceptionnelle.

10.1.1.2.1. La maintenance courante (hors et en arrêt de réacteur)

Il s'agit de la maintenance préventive et curative des équipements liés aux fonctions de procédé. Cette activité regroupe toutes les opérations d'entretien et de réparation effectuées sur les circuits, les équipements, les réseaux, les locaux, des zones nucléaires et conventionnelles du site. En plus de cette maintenance spécifique aux fonctions de procédé, il existe d'autres activités, non liées directement à la production, telles que :

- la réparation des pièces défectueuses dans les ateliers ;
- la décontamination des matériels de la zone nucléaire dans les cellules de décontamination (ateliers chauds) ;
- les modifications de génie civil en zones conventionnelle et nucléaire.

10.1.1.2.2. La maintenance exceptionnelle

Elle regroupe les autres opérations de maintenance. Ce sont les opérations qui nécessitent la mise en place d'une gestion spécifique des déchets produits. Plus précisément, ce sont les chantiers produisant (au moins un des cas suivants) :

- des déchets n'ayant jamais été gérés sur le site ;
- des déchets conventionnels en grande quantité (plus de 2 000 tonnes de Déchets Inertes (DI) ou 300 tonnes de Déchets non Dangereux non Inertes (DnDnI) ou 50 tonnes de Déchets Dangereux (DD)). Ces opérations font l'objet d'un SOGED¹ qui décrit les dispositions prises par l'entreprise pour la gestion des déchets ;
- au moins un type de déchet radioactif en telle quantité qu'il génère des difficultés liées à son entreposage, son conditionnement, son transport, ou son évacuation.

¹ SOGED : Schéma d'Organisation et de GEstion des Déchets.

10.1.1.3. LES AUTRES ACTIVITÉS

Il s'agit des activités annexes qui n'ont pas de lien direct avec les activités de production ou de maintenance, à savoir :

- les activités médicales ;
- la restauration ;
- l'entretien des espaces verts ;
- les activités de bureaux.

Les déchets produits à l'occasion de ces activités sont principalement : les déchets verts, les déchets d'infirmierie, les déchets de restauration, les déchets ménagers.

10.1.2. CATÉGORIES ET TYPES DE DÉCHETS

La définition des différentes catégories et types de déchets ainsi que leurs modalités de gestion sont encadrées par plusieurs textes réglementaires, dont les principaux sont rappelés ci-après :

- Les règles relatives à la prévention et à la gestion des déchets sont fixées par le code de l'environnement (articles L. 541-1 et suivants), qui prévoit également des dispositions spécifiques en ce qui concerne les matières et déchets radioactifs (articles L. 542-1 et suivants).
- L'article L. 542-1-1 du code de l'environnement énonce notamment que :
 - une substance radioactive est une substance qui contient des radionucléides, naturels ou artificiels, dont l'activité ou la concentration justifie un contrôle de radioprotection ;
 - une matière radioactive est une substance radioactive pour laquelle une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement ;
 - le retraitement des combustibles usés est un traitement dont l'objet est d'extraire les substances fissiles ou fertiles des combustibles usés aux fins d'utilisation ultérieure ; les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée ;
 - les déchets radioactifs ultimes sont des déchets radioactifs qui ne peuvent plus être traités dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de leur part valorisable ou par réduction de leur caractère polluant ou dangereux.
- En ce qui concerne les déchets conventionnels, les catégories de déchets sont présentées aux articles R. 541-7 et suivants du code de l'environnement.
- Le titre VI de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux INB demande à ce qu'un zonage déchets des installations soit mis en œuvre afin d'identifier « les parties de l'installation dans lesquelles sont produits des déchets potentiellement radioactifs et les parties dans lesquelles sont produits des déchets conventionnels ».
- La décision ASN n° 2015-DC-0508 du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les INB précise le contenu du plan de zonage déchets en son annexe, Titre III.

- Ainsi la gestion des déchets repose en premier lieu sur le principe du zonage qui consiste à distinguer :
 - les Zones à production possible de Déchets Nucléaires (ZppDN), à l'intérieur desquelles les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être ; les déchets issus de ces zones sont dits « déchets radioactifs » et sont éliminés dans des filières spécifiques ;
 - les Zones à Déchets Conventionnels (ZDC), sont les zones de l'installation n'ayant pas été définies zone à production possible de déchets nucléaires par le plan de zonage déchets. Les déchets issus de ces zones sont dits « conventionnels » et doivent être dirigés vers des filières autorisées après contrôle de l'absence de contamination et d'activation.

10.1.2.1. CATÉGORIES DE DÉCHETS RADIOACTIFS

Les déchets radioactifs sont classés selon le niveau d'activité et la durée de vie des radionucléides qu'ils contiennent.

Le [Tableau 10.a](#) ci-après présente les filières de gestion correspondant à ces différentes catégories de déchets radioactifs.

Tableau 10.a : Catégories des déchets radioactifs

	Déchets dits à vie très courte contenant des radioéléments de période < 100 jours	Déchets dits à vie courte dont la radioactivité provient principalement de radionucléides de période ≤ 31 ans	Déchets dits à vie longue contenant une quantité importante de radionucléides de période > 31 ans*
Très Faible Activité (TFA)	Gestion par décroissance radioactive puis élimination dans les filières de stockage dédiées aux déchets conventionnels	Recyclage ou stockage dédié en surface (installation de stockage du centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de l'Aube)	
Faible Activité (FA)		Stockage de surface (centre de stockage des déchets de l'Aube)	Stockage en faible profondeur. Filière en projet dans le cadre de l'article 4 de la loi du 28 juin 2006
Moyenne Activité (MA)			Stockage en couche géologique profonde Filière en projet dans le cadre de l'article 3 de la loi du 28 juin 2006
Haute Activité (HA)	Non applicable**	Stockage en couche géologique profonde. Filière en projet dans le cadre de l'article 3 de la loi du 28 juin 2006	

* Ou une concentration en élément de période inférieure à 31 ans, supérieure aux critères d'acceptation d'un centre de stockage de surface.

** La catégorie des déchets de haute activité à vie très courte n'existe pas.

Les différents types de déchets produits par le site de Flamanville, ainsi que leur classe, sont présentés dans [Tableau 10.b](#) ci-dessous :

Tableau 10.b : Catégories et origine des déchets radioactifs du site de Flamanville

Classe de déchets	Activité en kBq/g	Types de déchets
Déchets de Moyenne Activité à Vie Longue (MA-VL)	> 10 ³	Pièces métalliques rebutées qui ont été soumises au flux neutronique (ex : grappe fixe « poisons » ou grappe de contrôle mobile)
Déchets Faiblement et Moyennement Actifs à Vie Courte (FMA-VC)	0,1 à 1 000 (émetteur alpha < 3 700 Bq/g)	Déchets de procédé (ex : filtres d'eau, concentrats d'évaporateur, résines) et certains déchets de maintenance (ex : pièces métalliques)
Déchets Très Faiblement Actifs (TFA)	< 0,1	Certains déchets de maintenance (ex : ferrailles, gravats, huiles, solvants) ou déchets de procédés (ex : résines APG ²)

Nota : des déchets de Haute Activité (> 10⁶ kBq/g) sont induits par le retraitement du combustible utilisé sur les installations d'ORANO La Hague mais ne sont pas directement produits par le site, le combustible utilisé étant considéré comme une matière valorisable jusqu'à son retraitement.

10.1.2.2. CATÉGORIES DE DÉCHETS CONVENTIONNELS

Les déchets conventionnels sont répartis en trois grandes catégories, définies au sens de l'article R. 541-8 du code de l'environnement. Le [Tableau 10.c](#) ci-après présente ces catégories et l'origine des déchets conventionnels pour le site de Flamanville.

Tableau 10.c : Catégories et origine de déchets conventionnels du site de Flamanville

Catégories de déchets	Définitions / Exemples	Origine
Déchets Inertes (DI)	Déchets ne subissant aucune modification physique, chimique ou biologique importante (ex : gravats, terres)	Déchets de construction ou déconstruction
Déchets non Dangereux non Inertes (DnDnl)	Déchets non inertes qui ne présentent aucune des propriétés qui rendent un déchet dangereux. Ces déchets sont principalement constitués de déchets ménagers et de déchets industriels du type bois, emballages, papier, carton, verre, plastique, et métaux	Bureau, magasins, station de pompage, restaurant, station de déminéralisation
Déchets Dangereux (DD)	Déchets présentant une ou plusieurs propriétés de danger (ex : explosif, comburant, inflammable, irritant, infectieux, mutagène, écotoxique)	Maintenance, procédés industriels divers, appareils électroniques usagés, piles

² Circuit de Purge des Générateurs de vapeur.

10.1.2.3. TYPES DE DÉCHETS PRODUITS

Le [Tableau 10.d](#) présente les déchets radioactifs et conventionnels produits par les opérations de traitement des liquides et des gaz :

Tableau 10.d : Déchets radioactifs et conventionnels produits par les opérations de traitement des liquides et des gaz sur le site de Flamanville (réacteurs 1, 2 et 3)

Déchets de procédé issus du traitement des liquides et des gaz				
Opérations	Origines	Activité/Traitement	Sortant/Déchets	Type
Production d'eau déminéralisée	<ul style="list-style-type: none"> Eau douce brute Eau de Javel Chlorure ferrique Sable Résines échangeuses d'ions Acide sulfurique Soude 	<ul style="list-style-type: none"> Oxydation Filtration Floculation Déminéralisation 	Résines échangeuses d'ions issues de l'installation de traitement des eaux usées	Déchets solides conventionnels
			Produits chimiques périmés acides	Déchets liquides conventionnels dangereux
			Produits chimiques périmés alcalins	Déchets liquides conventionnels dangereux
			Boues diverses issues de la préparation de l'eau	Déchets solides conventionnels
			Boues de nettoyage de la fosse de neutralisation d'effluents	Déchets solides conventionnels
Épuration de l'eau du circuit primaire, secondaire et de la piscine Épuration des autres eaux contaminées	<ul style="list-style-type: none"> Eau + bore, lithine, morpholine, hydrazine 	<ul style="list-style-type: none"> Filtration (piégeage des insolubles) Déminéralisation sur résines échangeuses d'ions Évaporation Curage 	Concentrats d'évaporation	Déchets liquides radioactifs
			Filtres d'eau	Déchets solides radioactifs
			Résines échangeuses d'ions actives (TEP, RCV, TEU, PTR)	Déchets solides radioactifs
			Résines échangeuses d'ions APG	Déchets solides radioactifs
			Boues (bâches, puisard)	Déchets liquides radioactifs
Dessalement de l'eau de mer	<ul style="list-style-type: none"> Eau de mer brute 	<ul style="list-style-type: none"> Filtration à travers le tambour Passage au travers de l'hydrocyclone Filtration à travers du sable Ultrafiltration Osmose inverse 	Sédiments de curage des ouvrages de prises d'eau	Déchets solides conventionnels
			Déchets en mélange assimilables aux ordures ménagères	Déchets solides conventionnels
			Résines échangeuses d'ions usées issues de	Déchets solides conventionnels

Déchets de procédé issus du traitement des liquides et des gaz				
Opérations	Origines	Activité/Traitement	Sortant/Déchets	Type
		<ul style="list-style-type: none"> • Passage au travers de résines 	l'installation de traitement des eaux usées	
			Produits chimiques périmés acides	Déchets liquides conventionnels dangereux
			Produits chimiques périmés alcalins	Déchets liquides conventionnels dangereux
			Emballage plastique souillé	Déchets solides conventionnels
Traitement des eaux usées conventionnelles	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux usées 	<ul style="list-style-type: none"> • Épuration de l'eau 	Boues de station d'épuration d'eaux usées (boues liquides, déshydratées, miniblocs)	Déchets solides conventionnels
Refroidissement du circuit secondaire	<ul style="list-style-type: none"> • Eau prélevée dans l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtration 	Algues	Déchets solides conventionnels
			Déchets en mélange assimilables aux ordures ménagères	
			Sédiments de curage	Déchets solides conventionnels
Dégazage des effluents primaires et balayage des réservoirs à matelas gazeux	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrogène • Azote • Pièges à iode 	<ul style="list-style-type: none"> • Compression et entreposage pour décroissance (bâches TEG) • Filtration sur filtre de ventilation • Absorption sur charbon actif (piège à iode) 	Filtres de ventilation (DeD ³ > 2 mSv/h)	Déchets solides radioactifs
			Charbons actifs (vrac ou pièges)	Déchets solides
Épuration de l'air en zone à production possible de déchets nucléaires	<ul style="list-style-type: none"> • Air de travail • Air de régulation • Préfiltres • Filtres de ventilation THE • Pièges à iode 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtration sur filtre de ventilation • Absorption sur charbon actif (piège à iode) si nécessaire 	Filtres de ventilation	Déchets solides issus de ZppDN (potentiellement radioactifs)
			Charbons actifs (vrac ou pièges)	Déchets solides issus de ZppDN (potentiellement radioactifs)
Épuration de l'air en zone K	<ul style="list-style-type: none"> • Air • Filtres papiers 	<ul style="list-style-type: none"> • Dépoussiérage de l'air des ateliers et de bureaux 	Filtres à papier usagés	Déchets solides conventionnels
			Charbons actifs	Déchets solides conventionnels dangereux

³ Débit équivalent de Dose.

Déchets de procédé issus du traitement des liquides et des gaz				
Opérations	Origines	Activité/Traitement	Sortant/Déchets	Type
Analyses des effluents et contrôles des installations	<ul style="list-style-type: none"> • Produits chimiques inorganiques (acides, bases) 	<ul style="list-style-type: none"> • Activité de laboratoire 	Produits chimiques de laboratoire	Déchets liquides conventionnels dangereux
			Produits chimiques acides	Déchets liquides conventionnels dangereux
			Produits chimiques alcalins	Déchets liquides conventionnels dangereux
			Emballages plastiques souillés	Déchets solides conventionnels dangereux
			Mercure	Déchets liquides conventionnels dangereux
	<ul style="list-style-type: none"> • Produits de révélation/fixation 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôles non destructifs (bains photographiques) 	Bains photographiques	Déchets liquides conventionnels dangereux
	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrazine 	<ul style="list-style-type: none"> • Conditionnement chimique 	Hydrazine et emballages souillés	Déchets solides conventionnels dangereux

Le [Tableau 10.e](#) présente les principaux déchets radioactifs et conventionnels produits par les opérations de traitement des déchets solides et par les opérations de maintenance :

Tableau 10.e : Déchets radioactifs et conventionnels produits par les opérations de traitement des déchets solides et par les opérations de maintenance sur le site de Flamanville (réacteurs 1, 2 et 3)

Déchets issus du traitement des déchets solides et des opérations de maintenance				
Opérations	Origines	Activité/Traitement	Sortant/Déchets	Type
Entreposage, manutention et évacuation du combustible usé	<ul style="list-style-type: none"> Instrumentation du cœur 	<ul style="list-style-type: none"> Remplacement des pièces 	Grappes, doigts de gants RIC, étuis, squelettes d'assemblage, aeroballs, collectrons par exemple	Déchets solides radioactifs
Conditionnement de déchets	<ul style="list-style-type: none"> Déchets technologiques (DeD > 2 mSv/h) Résines actives (machine mercure) Filtres d'eau actifs Charges sèches (ciment) 	<ul style="list-style-type: none"> Fabrication de béton Enrobage des déchets Bouchage des coques 	Emballage de charges sèches	Déchets solides radioactifs A
			Colis de déchets conditionnés	
			Laitance de béton	Déchets solides conventionnels et radioactifs
Nettoyage	<ul style="list-style-type: none"> Linge sale 	<ul style="list-style-type: none"> Laverie 	Déchets de linge réformé	Déchets solides radioactifs
	<ul style="list-style-type: none"> Pièces mécaniques actives 	<ul style="list-style-type: none"> Décontamination des outils 	Pièces rebutées	Déchets solides radioactifs
Maintenance des équipements, circuits et locaux en ZDC	<ul style="list-style-type: none"> Pièces de rechange Produits d'entretien Outils Huiles et graisses Solvants Chiffons Eau de lavage 	<ul style="list-style-type: none"> Entretien, remplacement de pièces 	Accumulateurs/batteries au plomb	Déchets solides conventionnels dangereux
			Antigel – Diamigel	Déchets solides conventionnels dangereux
			Bombes Aérosols, bouteilles de gaz	Déchets solides conventionnels dangereux
			Métaux en mélange	Déchets solides conventionnels
			Bois divers	Déchets solides conventionnels
			Calorifuge sans amiante	Déchets solides conventionnels
			Papiers et cartons d'emballage	Déchets solides conventionnels
			Huiles et graisses alimentaires	Déchets solides conventionnels
			Emballages plastiques non pollués	Déchets solides conventionnels

Déchets issus du traitement des déchets solides et des opérations de maintenance				
Opérations	Origines	Activité/Traitement	Sortant/Déchets	Type
			Absorbants d'humidité	Déchets solides conventionnels
			Matières plastiques	Déchets solides conventionnels
			Câbles électriques	Déchets solides conventionnels
			Colles et mastics	Déchets solides conventionnels
Maintenance des équipements et circuits et de locaux en ZppDN	<ul style="list-style-type: none"> • Pièces de rechange • Produits d'entretien • Outils • Huiles et graisses • Solvants • Chiffons • Eau de lavage 	<ul style="list-style-type: none"> • Entretien, remplacement de pièces 	Idem sortant/déchets des opérations de maintenance des équipements, circuits et locaux en ZDC	Déchets solides issus de ZppDN (potentiellement radioactifs)

Tableau 10.f : Déchets conventionnels produits par les opérations annexes sur le site de Flamanville

Déchets conventionnels produits par les activités annexes				
Opérations	Origines	Activité/Traitement	Sortant/Déchets	Type
Restauration, entretien des espaces verts, des voiries et des bâtiments, activités de bureau	<ul style="list-style-type: none"> • Herbe, branchages, • Bâtiments • Emballages • Piles • Matériels électriques • Tubes cathodiques • Cartouches d'impression • Matériel bureautique • Papier d'impression • Verre alimentaire • Plastique, gobelets • Bois • Peinture • Climatisation 	<ul style="list-style-type: none"> • Entretien des espaces verts • Chantier de génie civil • Mise au rebut • Entretien matériel • Bureautique • Impression • Rénovation 	Déchets verts	Déchets solides conventionnels dangereux et non dangereux
			Verre	
			Emballages	
			Piles	
			Câbles électriques	
			Lampes, néons	
			Cartouches et toners	
			Matériel bureautique	
			Cartes électroniques	
			Papier	
			Bois, palettes	
			Métal	
Activités médicales	<ul style="list-style-type: none"> • Pansements, seringues, matériel médical 	<ul style="list-style-type: none"> • Activités de soin, infirmerie 	Déchets d'activité de soin	Déchets solides conventionnels dangereux

10.1.3. QUANTITÉS DE DÉCHETS PRODUITS

Les quantités de déchets produits sur la période écoulée qui sont présentées dans ce chapitre correspondent à celles des réacteurs 1 et 2 de Flamanville. En effet, le réacteur 3 n'étant pas mis en service, les déchets produits à ce jour ne sont pas liés à l'exploitation de l'EPR mais à la phase chantier et aux essais préalables à la mise en service, et ne concernent donc pas la phase exploitation de l'EPR (ils ne sont donc pas présentés ici).

10.1.3.1. DÉCHETS RADIOACTIFS

Les quantités de déchets radioactifs produites par le CNPE de Flamanville peuvent varier d'une année sur l'autre, selon la volumétrie des chantiers menés sur le site et des arrêts de réacteur.

Pour les déchets TFA, FA-VC et MA-VC, les données présentées dans le [Tableau 10.g](#) correspondent aux valeurs moyennes établies sur la base des quantités produites entre 2010 et 2019, et à la valeur de l'année 2019. Pour les déchets MA-VL, il s'agit des quantités entreposées à fin 2019.

Tableau 10.g : Flux moyens de déchets radioactifs TFA, FA-VC et MA-VC produits par le CNPE de Flamanville (réacteurs 1 et 2) sur la période de référence et quantités de déchets MA-VL entreposés à fin 2019

	Flux [2010-2019]		Masse de colis 2019 (en tonnes)
	Nombre de colis	Masse de colis (en tonnes)	
Déchets solides TFA à stocker au CIREs	1 302	952,3	69,1
Déchets solides MA-VC à stocker au CSA	1 358	5 071,9	261,5
Déchets solides FA-VC à stocker directement au CSA	4 949	334	43,4
Déchets solides FA-VC à traiter à CENTRACO ⁴ - fusion	121	93,7	0
Déchets solides FA-VC à traiter à CENTRACO - incinération	15 969	810,5	143,9
Déchets liquides FA-VC à traiter à CENTRACO - incinération	138	498,1	42
Déchets MA-VL destinés à ICEDA ⁵	/	/	16

⁴ CENTRACO : Cf. [Paragraphe 10.2.1.](#)

⁵ ICEDA : Installation de Conditionnement et d'Entreposage des Déchets Activés.

10.1.3.2. DÉCHETS CONVENTIONNELS

Les quantités moyennes de déchets conventionnels produits par le CNPE de Flamanville (réacteurs 1 et 2) sont présentées dans le [Tableau 10.h](#) ci-après, par catégorie. Elles correspondent aux valeurs moyennes établies sur la base des quantités produites entre 2010 et 2019 et à la valeur de l'année 2019.

Tableau 10.h : Flux moyens de déchets conventionnels sur la période [2010-2019]

Déchets conventionnels	Quantité moyenne annuelle (t)	Quantité évacuée en 2019 (t)
Déchets inertes (DI)	6 292,9	814,5
Déchets non Dangereux non Inertes (DnDnl)	1 325,4	1 034,6
Déchets dangereux (DD)	297,2	289,4

10.1.4. QUANTITÉS DE DÉCHETS À PRODUIRE

10.1.4.1. DÉCHETS RADIOACTIFS

Les quantités prévisionnelles de déchets radioactifs (exprimées en colis ou en objet) liées à l'exploitation des réacteurs 1 et 2 sont présentées dans le [Tableau 10.i](#) ci-après. Les flux sont équivalents à ceux des déchets produits, aucun évènement notable qui conduirait à une évolution des flux n'étant identifié à ce jour au titre du retour d'expérience.

Tableau 10.i : Flux moyens annuels de colis de déchets radioactifs à venir (période [2020-2023]) pour les réacteurs 1 et 2

	Flux moyen annuel
Déchets solides TFA à stocker au CIRES	250 colis
Déchets solides MA-VC à stocker au CSA	550 colis
Déchets solides FA-VC à stocker directement au CSA	2 020 colis
Déchets solides FA-VC à traiter à CENTRACO - Fusion	15 colis
Déchets solides FA-VC à traiter à CENTRACO - Incinération	9 000 colis
Déchets liquides FA-VC à traiter à CENTRACO - Incinération	70 colis
Déchets MA-VL destinés à ICEDA	5 ⁶ colis

⁶ Estimation basée sur un remplacement des grappes par critère d'âge.

Les quantités de déchets radioactifs produits en lien avec l'exploitation du réacteur 3 (exprimées en colis ou en objet) sont présentées dans le [Tableau 10.j](#) ci-après.

Tableau 10.j : Flux moyens annuels de déchets radioactifs à venir (projection sur une période de 5 ans après la mise en service) pour le réacteur EPR

	Quantités prévisionnelles annuelles
Déchets solides TFA à stocker au CIRES	50 tonnes (conditionnés en fûts, caisses, big-bag par exemple)
Déchets solides MA-VC à stocker au CSA	60 colis (coques béton)
Déchets solides FA-VC à stocker directement au CSA	170 colis (fûts)
Déchets solides FA-VC à traiter à CENTRACO - Fusion	10 colis (fûts)
Déchets solides FA-VC à traiter à CENTRACO - Incinération	850 colis (fûts)
Déchets liquides FA-VC à traiter à CENTRACO - Incinération	20 m ³
Déchets MAV-L destinés à ICEDA	/
Pièce massive issue de maintenance exceptionnelle destinée pour stockage selon les spécifications filières de l'ANDRA	Couvercle de cuve

10.1.4.2. DÉCHETS CONVENTIONNELS

Les quantités prévisionnelles annuelles de déchets conventionnels (exprimées en tonnes) liées à l'exploitation des réacteurs 1 et 2 sont présentées dans le [Tableau 10.k](#) ci-après. Les flux sont équivalents à ceux des déchets produits, aucun évènement notable qui conduirait à une évolution des flux n'étant identifié à ce jour au titre du retour d'expérience.

Tableau 10.k : Flux moyens annuels de déchets conventionnels à venir – Réacteurs 1 et 2

Déchets conventionnels	Quantité moyenne annuelle (t)
Déchets Inertes (DI)	5 403
Déchets non Dangereux non Inertes (DnDnl)	1 260,4
Déchets Dangereux (DD)	246

Les quantités prévisionnelles annuelles de déchets conventionnels (exprimées en tonnes) liées à l'exploitation du réacteur 3 sont présentées dans le [Tableau 10.1](#) ci-après.

Tableau 10.1 : Flux moyens annuels de déchets conventionnels à venir – Réacteur 3 (EPR)
(projection sur une période de 5 ans après la mise en service)

Déchets conventionnels	Quantité moyenne annuelle (t)
Déchets Inertes (DI)	300
Déchets non Dangereux non Inertes (DnDnI)	600
Déchets Dangereux (DD)	100

10.1.5. MODALITÉS DE GESTION DES DÉCHETS

10.1.5.1. PRINCIPES FONDAMENTAUX

Les différentes étapes de la gestion des déchets ont pour objectif de garantir l'acceptabilité des déchets par la ou les filières auxquelles ils sont destinés et d'en limiter l'impact, en particulier pour les déchets radioactifs destinés aux centres de stockage de l'ANDRA. Ces différentes étapes sont :

- le tri à la source,
- la collecte,
- le contrôle,
- le conditionnement,
- l'expédition.

Cette gestion optimisée s'appuie sur le zonage déchets qui permet :

- de gérer les déchets de façon fiable, sûre, opérationnelle et pérenne ;
- de limiter les quantités de déchets radioactifs produits en proposant un plan de zonage adapté aux risques radiologiques et à la nature des objets et locaux considérés ;
- de couvrir l'ensemble des phases de vie de l'installation : conception, exploitation, démantèlement et assainissement.

Le zonage déchets est développé dans le plan de zonage déchets de l'installation rédigé en application de l'article 6.3 de l'arrêté du 7 février 2012 et du Titre III de la décision ASN n° 2015-DC-0508. Les grands principes du zonage déchets et gains en termes d'optimisation sont décrits au [Paragraphe 10.3.1.2.1](#).

10.1.5.2. MODALITÉS DE GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Le tri à la source des déchets radioactifs sur le site est de la responsabilité du producteur. Il est basé sur plusieurs critères :

- le Débit équivalent de Dose (DeD), inférieur ou supérieur à 2 mSv/h au contact,
- l'état physique du déchet (solide ou liquide),
- la nature physique,
- le lieu de production, en particulier le zonage déchets associé.

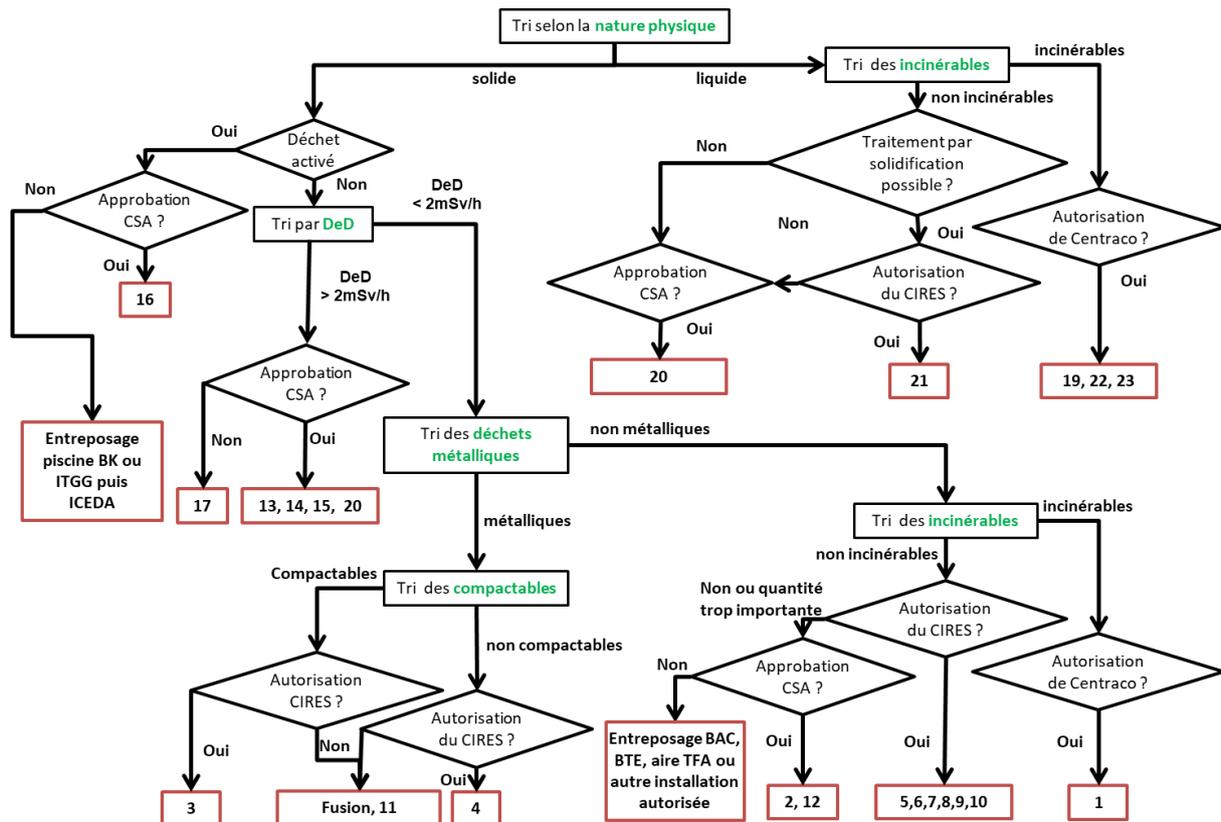
Il permet d'orienter les déchets vers les filières adaptées (Cf. [Paragraphe 10.2.1](#))

Plusieurs points de collecte ont été aménagés sur site au niveau du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) afin de faciliter le pré-tri, la mise au gabarit, la caractérisation des déchets, le contrôle, le tri, le pré-conditionnement, l'entreposage des déchets avant leur transfert vers le Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE).

Une fois dans ce bâtiment, ils font l'objet d'un conditionnement qui est choisi pour répondre aux exigences des spécifications de la filière à laquelle ils sont destinés⁷ : conditionnement en coque béton après blocage dans une matrice pour les déchets de moyenne activité à vie courte, conditionnement en fût métallique ou plastique pour les déchets technologiques de faible activité, conditionnement en big-bag ou en casier pour les déchets technologiques de très faible activité par exemple.

La [Figure 10.a](#) ci-après présente les modalités de gestion des déchets radioactifs produits par le site de Flamanville.

⁷ Les déchets dont la filière de gestion reste à définir sont entreposés sous forme non conditionnée.



CSA, CENTRACO, CIRES : filières de gestion des déchets radioactifs, Cf. [Paragraphe 10.2.1](#).

Zone N : Zones à production possible de Déchets Nucléaires (ZppDN).

ITGG : installation Temporaire d'entreposage des Guides de Grappe déposés.

Les nombres de 1 à 23 encadrés en rouge correspondent aux différentes familles de déchets produits par le site qui sont rappelées dans le [Tableau 10.m](#) ci-après.

Figure 10.a : Logigramme de gestion des déchets radioactifs

Tableau 10.m : Numéros et familles de déchets indiqués dans le logigramme de gestion des déchets radioactifs (Figure 10.a)

Type de déchets	Famille de déchets
1	Déchets Technologiques Incinérables TFA/FA-VC
2	Déchets Technologiques Non Incinérables TFA/FA-VC
3	Déchets Métalliques TFA compactables
4	Déchets Métalliques TFA non compactables
5	Déchets homogènes, gravats TFA
6	Charbon actif TFA
7	Résines TFA (APG)
8	Autres déchets TFA
9	Déchets Dangereux TFA (néons, tubes fluorescents, résidus de décapage ou boues de curage avec substances dangereuses)
10	Amiante TFA
11	Déchets Métalliques FA-VC
12	Filtres de circuit d'eau FA-VC
13	Déchets Irradiants MA-VC
14	Filtres de circuit d'eau MA-VC
15	Résines échangeuses d'ions MA-VC
16	Mécanismes de commande de grappe MA-VC
17	Sources scellées vie courte
18	Sources scellées vie longue
19	Concentrats FA-VC
20	Boues FAMA-VC
21	Liquides aqueux issus du Lessivage des générateurs de vapeur (EDL) FA-VC
22	Huiles, solvants TFA/FA-VC
23	Liquides aqueux hors EDL FA-VC

Les zones et installations d'entreposage, ainsi que les durées d'entreposage de référence des déchets radioactifs tiennent compte de la nature et de l'activité des déchets ainsi que des caractéristiques des installations et zones d'entreposage associées.

Les installations et zones d'entreposage de déchets radioactifs du CNPE (réacteurs 1 et 2) sont les suivantes :

- Installations d'entreposage : aire TFA, piscine BK.
- Zones d'entreposage : BAN 22 m (local J), plancher filtres 11 m (local K), BAN 0 m (local pondoir des filtres d'eau et local N), BAN – 4 m, BAC.

Les installations et zones d'entreposage de déchets radioactifs pour le réacteur 3 (EPR) sont les suivantes :

- Installations d'entreposage : BTE (HQA/HQB), aire TFA mutualisée avec Flamanville 1-2, piscine BK.
- Zones d'entreposage : HQ 0,00 m (local machine à filtre et pondoir) HNX + 7,40 m (local de collecte et tri) HNX 0,00 m (local machine à filtre et pondoir).

Les durées d'entreposage sont :

- de deux ans ou cinq ans après le T0⁸ pour les déchets courants liés au fonctionnement des INB (déchets de maintenance et de procédé à vie courte) dont le conditionnement en colis définitif ou intermédiaire est finalisé. Ces colis de déchets sont entreposés sur l'aire TFA (déchets TFA et déchets métalliques FA-VC) ou dans le hall HQ ;
- pour les déchets dont le conditionnement sous forme de colis intermédiaire ou définitif est possible (c'est-à-dire, ceux disposant d'une approbation ou d'une acceptation de la part de la filière définitive) et qui se trouvent au niveau des zones de collecte, de transit ou de regroupement des déchets, les durées d'entreposage de référence sont :
 - de six mois pour les déchets solides TFA et FA-VC destinés à être conditionnés en conteneurs périssables⁹ (sauf déchets métalliques),
 - de 12 mois pour les déchets FMA-VC destinés à être conditionnés en coques béton, pour les déchets liquides (huiles, solvants) et pour les déchets métalliques TFA et FA-VC ;
- pour les déchets activés d'exploitation produits avant 2015, l'entreposage en piscine BK est possible jusqu'en 2030¹⁰ ;
- pour les déchets produits spécifiquement dans le cadre de modifications temporaires des installations ou dont l'entreposage fait l'objet d'une demande d'autorisation, ces durées sont définies au cas par cas dans les notes d'analyse du cadre réglementaire associées.

⁸ T0 est fonction du caractère évacuable du colis de déchets, qui est atteint lorsque celui-ci est fini, caractérisé et contrôlé conforme, qu'il dispose d'une approbation ou d'une acceptation filière en cours de validité et qu'il est expédiable au regard des capacités de réception allouées par celle-ci. Sur la base de ce principe et des exigences réglementaires applicables, il correspond aux dates suivantes :

Type de colis	Caractéristiques du colis fini	Classe de déchets	T0
colis de déchets évacuables	produits avant le 1 ^{er} juillet 2013	tous déchets	01/07/2013
	produits depuis le 1 ^{er} juillet 2013	tous déchets sauf MAVC en coque béton	date de conditionnement
		déchets MAVC en coque béton	date de bouchage
colis de déchets non évacuables	non transportables (colis IP2*)	tous déchets	date de retour au statut IP2
	non conformes aux spécifications filière	tous déchets	date de remise en conformité
	en attente d'agrément (FAMA) / acceptation (TFA)	tous déchets	date de délivrance de l'agrément / acceptation

⁹ Conteneurs tels que fûts en métal ou plastique, caisson métallique.

¹⁰ Ces déchets sont concernés par l'article L. 542-1-3 du code de l'environnement qui impose qu'ils soient conditionnés d'ici 2030 au plus tard.

Pour les autres déchets qui nécessitent un entreposage moyen / long terme (déchets ne pouvant pas être conditionnés de façon définitive faute de filière de traitement ou de stockage opérationnelle et déchets en attente d'accord de prise en charge), les dispositions mises en œuvre par le site permettent de garantir des conditions d'entreposage sûres jusqu'à ce que la filière de traitement et/ou la filière de stockage à laquelle ils sont destinés soit opérationnelle.

10.1.5.3. MODALITÉS DE GESTION DES DÉCHETS CONVENTIONNELS

La gestion des déchets conventionnels est de la responsabilité du producteur qui doit identifier la nature du déchet produit, l'évacuer du lieu de production et l'orienter vers le point de collecte sur site correspondant afin d'en assurer l'élimination. L'emplacement des points de collecte a été choisi au plus près des lieux de production ou directement sur le lieu de production, pour limiter les transports internes de déchets. Des contenants spécifiques sont également disposés au plus près des chantiers de production de déchets spécifiques.

Afin d'optimiser l'évacuation des déchets conventionnels et de maîtriser les flux, un regroupement et un entreposage de certains déchets sont effectués au niveau de l'aire de transit des déchets conventionnels du site.

L'entreposage des déchets destinés à la valorisation est limité à trois ans, celui des déchets destinés à l'élimination à un an.

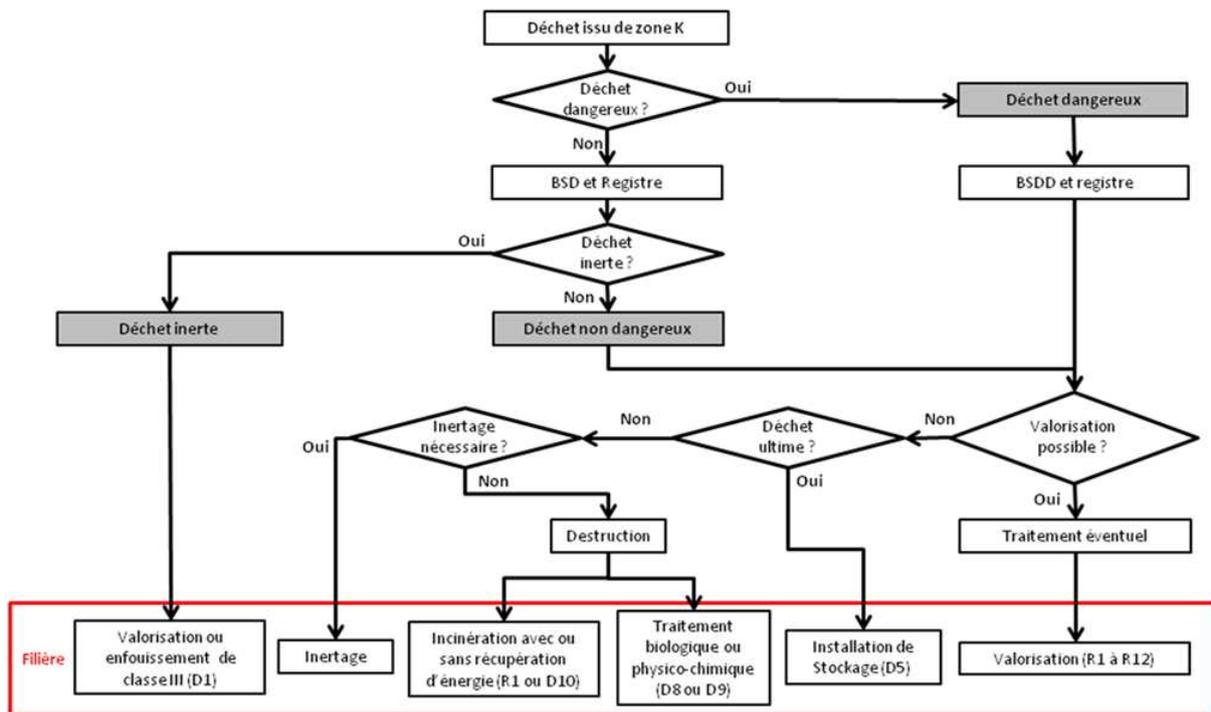
Les sociétés de collecte / transport ainsi que les centres de regroupement et traitement susceptibles de pouvoir transporter les déchets conventionnels issus des installations du site sont identifiés au préalable selon le type de déchets et les contraintes / capacités des filières.

Tous les déchets expédiés sont systématiquement contrôlés avant évacuation au portique C3 véhicule de sortie de site. Un contrôle préalable est généralement assuré au niveau du portique de l'aire de transit.

La traçabilité des expéditions de déchets conventionnels est assurée à l'aide d'un logiciel spécifique de gestion permettant de comptabiliser les déchets quittant le site.

Le suivi et la traçabilité des déchets sont assurés à l'aide d'un registre retraçant au fur et à mesure les opérations effectuées en vue d'évacuer les déchets, précisant les expéditions de déchets réalisées et les filières de traitement associées. Ce registre permet notamment de vérifier l'adéquation des caractéristiques des déchets aux spécifications d'acceptation des filières de traitement ou de stockage. Tout déchet sortant du site est accompagné d'un Bordereau de Suivi de Déchets (BSD), du producteur à l'éliminateur.

La [Figure 10.b](#) présente le logigramme de gestion des déchets issus des zones à déchets conventionnels.



BSDD : Bordereau de Suivi des Déchets Dangereux.

Zone K : Zone à Déchets Conventionnels (ZDC).

Les codes d'opérations (élimination ou valorisation) entre parenthèses sont détaillés dans le [Tableau 10.n](#) ci-après.

Figure 10.b : Logigramme de gestion des déchets conventionnels

Tableau 10.n : Liste des codes d'opérations d'élimination et de valorisation pour les déchets conventionnels

OPÉRATIONS D'ÉLIMINATION		OPÉRATIONS DE VALORISATION	
D1	Dépôt sur ou dans le sol	R1	Utilisation principale comme combustible ou autre moyen de produire de l'énergie
D2	Traitement en milieu terrestre (biodégradation de déchets liquides ou de boues dans le sol...)	R2	Récupération ou régénération des solvants
D3	Injection en profondeur (puits, dômes de sel ou failles géologiques...)	R3	Recyclage ou récupération des substances organiques qui ne sont pas utilisées comme solvants (y compris les opérations de compostage et autres transformations biologiques)
D4	Lagunage (déversement de déchets liquides ou de boues dans des puits, des étangs ou des bassins)	R4	Recyclage ou récupération des métaux et des composés métalliques
D5	Mise en décharge spécialement aménagée (alvéoles étanches séparées, recouvertes et isolées...)	R5	Recyclage ou récupération d'autres matières inorganiques (ex. tube fluorescent...)
D6	Rejet dans le milieu aquatique sauf l'immersion	R6	Régénération des acides ou des bases
D7	Immersion, y compris enfouissement dans le sous-sol marin	R7	Récupération des produits servant à capter les polluants
D8	Traitement biologique non spécifié ailleurs dans la présente liste, aboutissant à des composés ou à des mélanges qui sont éliminés selon D1 à D12	R8	Récupération des produits provenant des catalyseurs
D9	Traitement physico-chimique non spécifié ailleurs dans la présente liste, aboutissant à des composés ou à des mélanges qui sont éliminés selon D1 à D12	R9	Régénération ou autres réemplois des huiles
D10	Incinération à terre	R10	Épandage sur le sol au profit de l'agriculture ou de l'écologie
D12	Stockage permanent (placement de conteneurs dans une mine...)	R11	Utilisation de déchets résiduels obtenus à partir de l'une des opérations numérotées R1 à R10
D13	Regroupement préalable à l'une des opérations numérotées D1 à D12	R12	Échange de déchets en vue de les soumettre à l'une des opérations numérotées R1 à R11
D14	Reconditionnement préalable à l'une des opérations numérotées D1 à D13	R13	Stockage de déchets préalablement à l'une des opérations R1 à R12
D15	Stockage préalablement à l'une des opérations D1 à D14 (hors stockage temporaire, avant collecte, sur le site de production)		

10.1.6. OPTIMISATION REJETS / DÉCHETS

L'exploitation du site est conduite dans l'objectif de limiter les rejets d'effluents de l'installation et de minimiser leurs impacts sur l'environnement, en concentrant et en confinant la radioactivité dans les déchets solides tout en limitant, dans des conditions technique et économique acceptables, le volume et la toxicité de ces déchets.

La [Figure 10.c](#) ci-après résume les interactions existantes entre rejets et déchets :

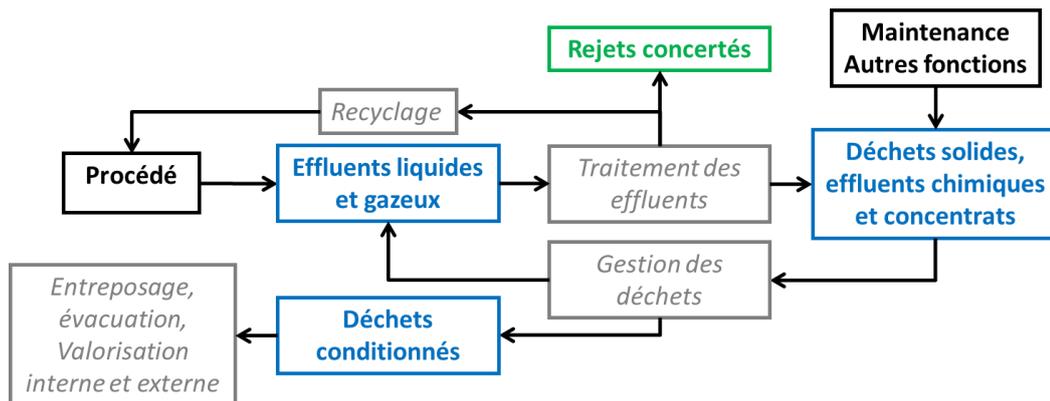


Figure 10.c : Interactions existantes entre rejets et déchets

Les différents types d'effluents produits par le site de Flamanville sont présentés au [Chapitre 2](#).

En vue d'atteindre un optimum global, le site évalue les dispositions qu'il met en œuvre en analysant :

- l'impact sur les déchets du traitement des effluents,
- l'impact sur les effluents du traitement des déchets.

Compte-tenu des interactions existantes entre le traitement des effluents et la production de déchets, une démarche intégrée est ainsi mise en œuvre pour aboutir au meilleur compromis et maîtriser au mieux l'ensemble de ces inconvénients.

Elle prend en compte de nombreux critères tels que l'efficacité de l'épuration, le respect des seuils chimiques et d'activités pour les rejets et des spécifications d'acceptation des filières de traitement et de stockage pour les déchets.

L'effort permanent réalisé dans l'exploitation des installations pour réduire à la source le volume d'effluents radioactifs produits engendre conjointement une réduction de l'activité rejetée et du volume de déchets.

10.1.6.1. PRODUCTION DE DÉCHETS LIÉE AU TRAITEMENT DES EFFLUENTS

10.1.6.1.1. En Zone à Déchets Conventionnels (ZDC)

La fonction de ventilation assurant la collecte et la filtration avant rejet des effluents gazeux est à l'origine de la production de filtres papiers dont la périodicité de remplacement est fonction des mesures de performance réalisées régulièrement. Les modalités d'exploitation ont peu d'influence sur les quantités de déchets produits, qui sont dans tous les cas très limitées.

Les opérations de déminéralisation de l'eau brute mettent en œuvre des processus de séparation par floculation, de filtration sur lit de sable et de déminéralisation par passage sur des résines échangeuses d'ions. Pour ces opérations, l'exploitation est optimisée afin de limiter la production de déchets de procédé associée.

10.1.6.1.2. En Zone à production possible de Déchets Nucléaires (ZppDN)

Par conception, la collecte des effluents est opérée de façon sélective et plusieurs modes de traitement sont disponibles pour certains d'entre eux. Dans ce cas, le mode de traitement est choisi dans l'objectif d'atteindre un optimum global, au regard de l'ensemble des enjeux associés (dose individuelle du public due aux rejets, dose collective pour les travailleurs du site liée à l'exposition externe, activité de la somme des radionucléides émetteurs γ des effluents liquides rejetés annuellement, rejets de bore, volume de déchets de procédé...) et en tenant compte de la sensibilité du milieu récepteur.

Ainsi, concernant le traitement des effluents liquides radioactifs, le site privilégie :

- le traitement des drains résiduaux par filtration / déminéralisation, qui permet de réduire l'activité de ces effluents tout en produisant des quantités de déchets (résines échangeuses d'ions usées) limitées (ces effluents étant chimiquement propres et le bore présent, non piégé par les résines, n'engendrant pas de colmatage) ;
- le traitement par évaporation des drains chimiques, qui permet de réduire l'activité de ces effluents et de concentrer le bore qu'ils contiennent dans les déchets (concentrats d'évaporateur) ;
- le traitement par filtration des drains de plancher.

À noter que lorsque ces effluents présentent des caractéristiques radiologiques et/ou physico-chimiques incompatibles avec le mode de traitement privilégié, la conception des installations permet généralement de les réorienter vers un mode de traitement alternatif, adapté à leurs caractéristiques (les drains de plancher et les drains résiduaux peuvent par exemple être traités par évaporation si nécessaire).

S'agissant du traitement des effluents gazeux : celui-ci est à l'origine d'un transfert d'activité des effluents vers les filtres absolus et les pièges à iode. L'allongement de la durée de stockage contribue à une réduction de l'activité rejetée sans augmenter le nombre de filtres produits.

10.1.6.2. PRODUCTION D'EFFLUENTS LIÉE AU TRAITEMENT DES DÉCHETS

Un des objectifs principaux étant de concentrer et de confiner la radioactivité et les substances chimiques dans les déchets, aucun des procédés de traitement des déchets mis en œuvre par le site n'a vocation à transférer les éléments radioactifs ou chimiques qu'ils contiennent vers les effluents destinés au rejet (pas de décontamination des déchets).

Pour autant, dans le cadre du traitement et/ou du conditionnement de certains déchets, des effluents sont produits, en quantités limitées. C'est le cas en particulier :

- du prétraitement de certains déchets humides (égouttage), nécessaire à leur prise en charge au stockage ;
- des déchets de moyenne activité vie courte conditionnés en coque béton, du fait des opérations de blocage et de bouchage (rinçage des matériels). Les quantités d'effluents associées sont de l'ordre de 200 litres par coque conditionnée). S'agissant du conditionnement des résines échangeuses d'ions usées de moyenne activité vie courte avec le procédé Mercure, des effluents sont également produits du fait de la mise en circulation des résines vers l'unité mobile de conditionnement et de l'homogénéisation des résines dans les bâches de stockage). Les effluents associés (de l'ordre de 10 m³ par m³ de résines usées) sont traités par évaporation ou par déminéralisation et sont négligeables par rapport au volume de drains chimiques et résiduaux lié au fonctionnement des réacteurs ;
- du traitement de certains déchets de faible activité vie courte par incinération et fusion. Les effluents atmosphériques et liquides associés sont traités par CENTRACO avant rejet (filtres THE pour les effluents atmosphériques, station de traitement pour les effluents liquides) et sont strictement réglementés. Le gain apporté par ces deux filières en termes de réduction de volume des déchets (préservation de la capacité de l'exutoire final, c'est-à-dire le CSA) justifie du choix de ces filières de traitement, même si elles induisent des rejets atmosphériques et liquides.

10.2.

FILIÈRES DE GESTION DES DÉCHETS

10.2.1. DÉCHETS RADIOACTIFS

Les déchets radioactifs sont conditionnés et évacués selon leurs caractéristiques vers des filières dédiées de l'ANDRA (CIRES, CSA) et de Cyclife France, anciennement SOCODEI, (CENTRACO¹⁰). Les différentes filières utilisées par le site de Flamanville pour le traitement des déchets radioactifs sont décrites ci-après.

- La filière d'incinération de Cyclife France (CENTRACO) permet de traiter les Déchets Solides Incinérables (DSI) et les Déchets Liquides Incinérables (DLI). Les DSI qui regroupent les déchets dits technologiques (ex : vinyle, papier, chiffons, textile) et les résines échangeuses d'ions de très faible et faible activité sont conditionnés en fûts plastique. Les DLI qui regroupent les effluents aqueux (non rejetables dans l'environnement), les concentrats borés, les huiles et les solvants sont principalement conditionnés en citerne et parfois en fût pour les huiles et solvants.
- La filière de fusion de Cyclife France (CENTRACO) permet de traiter les déchets métalliques ferreux, tels que les aciers inoxydables, les aciers noirs et galvanisés, les métaux ferreux mélangés et les broyats. Ils sont conditionnés en caisses métalliques de différents volumes. On trouve également certaines pièces massives, dénommées « gros composants », généralement sous couvert d'une acceptation sur dossier (caractéristiques, nature du déchet, masse, volume, caractéristiques radiologiques).
- Les filières de stockage de l'ANDRA (CSA ou CIRES) permettent de recevoir, de traiter si besoin, et de stocker dans des alvéoles les déchets FMA et TFA conditionnés dans des différents colis.

Les déchets n'ayant pas de filière ou ne disposant pas d'une autorisation de prise en charge sont entreposés sur le site en attente d'une solution de traitement ou de définition des modalités de prise en charge, dans des installations adaptées à leurs caractéristiques.

L'exploitant doit par ailleurs démontrer que pour les filières de gestion qu'il met en œuvre, il tire parti des meilleures techniques disponibles, identifiées comme telles au regard des critères mentionnés en annexe I de l'arrêté du 26 avril 2011 annexée à l'arrêté du 7 février 2012.

Concernant la gestion des déchets radioactifs, ces critères s'avèrent pour certains inadaptés ou insuffisants, car ils n'intègrent pas deux composantes importantes de l'impact environnemental associé, à savoir :

- l'impact sur la disponibilité de l'exutoire ;
- l'impact sur la préservation de la capacité de l'exutoire.

¹⁰ CENtre de TRAitement et de COnditionnement des déchets.

C'est pourquoi, une méthodologie plus spécifique est utilisée pour évaluer les différentes filières de gestion mises en œuvre par le site, au regard de chacun des 12 critères retenus, à savoir :

- 1) Utilisation de techniques produisant peu de déchets induits.
- 2) Utilisation de substances moins dangereuses.
- 3) Développement des techniques de récupération et de recyclage des substances émises et utilisées dans le procédé et les déchets le cas échéant.
- 4) Procédés, équipements ou modes d'exploitation comparables, qui ont été expérimentés avec succès à une échelle industrielle.
- 5) Progrès technique et évolution des connaissances scientifiques.
- 6) Nature, effets et volumes des émissions concernées.
- 7) Date de mise en service des installations nouvelles ou existantes ou durée nécessaire à la mise en place d'une MTD.
- 8) Consommation et nature des matières premières (y compris l'eau) utilisées dans le procédé et l'efficacité énergétique.
- 9) Nécessité de prévenir ou de réduire à un minimum l'impact global des émissions et des risques sur l'environnement.
- 10) Nécessité de prévenir les accidents et d'en réduire les conséquences sur l'environnement.
- 11) Impact du procédé sur la disponibilité de l'exutoire.
- 12) Impact du procédé sur la préservation de la capacité de l'exutoire.

Chaque filière est notée par rapport aux différents critères (favorable, neutre, défavorable, très défavorable), sur la base d'un comparatif avec la ou les filières alternatives lorsque celles-ci existent ou dans l'absolu dans le cas contraire.

L'application de cette méthodologie aux filières mises en œuvre par le site de Flamanville a permis de vérifier que celles-ci tiraient parti des meilleures techniques disponibles (10 critères sur 12 *a minima* notés favorables ou neutres et aucun critère noté très défavorable), à l'exception de la filière de gestion actuellement utilisée pour le conditionnement des résines échangeuses d'ions de moyenne activité à vie courte, notée très défavorable pour le critère 2 (utilisation de substances moins dangereuses), car des substances CMR entrent dans la composition du matériau utilisé pour le blocage des déchets.

Dans ce cas, un argumentaire justifiant du choix de cette filière doit être établi et les éventuelles pistes d'optimisation engagées (ou envisagées) décrites.

Ainsi, pour la filière de gestion des résines échangeuses d'ions de moyenne activité vie courte, deux substances CMR sur les trois utilisées ont été substituées, et des recherches sont en cours pour substituer la troisième (Cf. [Paragraphe 10.3.2](#)) Des filières de traitement alternatives plus favorables existent à l'international (vitrification notamment), mais ne peuvent être mises en œuvre en France compte-tenu des exigences actuelles de la filière de stockage. C'est pourquoi le conditionnement des résines en coque béton dans une matrice époxydique reste la filière de référence à ce jour.

10.2.2. DÉCHETS CONVENTIONNELS

Les déchets conventionnels du site de Flamanville sont traités et éliminés selon leurs caractéristiques dans les filières dédiées aux déchets dangereux, non dangereux ou inertes. Ils peuvent notamment être valorisés ou éliminés.

La filière d'évacuation est choisie au regard de son caractère MTD. Celui-ci dépend du type et de la catégorie du déchet, ainsi que des contraintes et des capacités des filières disponibles.

Le choix prend ainsi en compte les trois principes suivants :

- la hiérarchie des modes de traitement des déchets consistant à privilégier, dans l'ordre, la réutilisation, le recyclage, toute autre valorisation (notamment la valorisation énergétique), puis l'élimination ;
- le principe de proximité ;
- l'adéquation avec les plans de prévention et de gestion des déchets locaux / régionaux / nationaux.

Les filières employées par le site de Flamanville pour les déchets conventionnels sont de deux types¹² :

- les filières d'élimination D,
- les filières de valorisation R.

Elles sont présentées dans la [Figure 10.b](#).

¹² Les codes (R/D) correspondent aux opérations de valorisation (R) et d'élimination (D) énumérées dans les annexes II A et II B de la directive n° 2008/98/CE du 19 novembre 2008 modifiée.

10.3.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACT ET MESURES COMPENSATOIRES

Le site de Flamanville est organisé pour assurer une gestion optimisée des déchets qui repose sur :

- La réduction à la source de la quantité et de la nocivité des déchets.
- Le tri et la collecte sélectifs.
- La mise en œuvre de procédés de traitement et de conditionnement performants, qui répondent aux spécifications d'acceptation de la ou des filières auxquelles les déchets sont destinés.

Les dépenses associées à la mise en place des mesures d'évitement et de réduction sont intégrées aux coûts de conception, d'exploitation et de maintenance du site.

10.3.1. RÉDUCTION À LA SOURCE DE LA QUANTITÉ ET DE LA NOCIVITÉ DES DÉCHETS

La réduction à la source nécessite de connaître et de maîtriser les modes de production des déchets. Elle s'appuie en particulier :

- sur la maîtrise de la dissémination de l'activité ;
- sur une gestion optimisée des effluents (réduction à la source, performance des procédés de traitement) ;
- sur la sélection et l'exploitation des médias de traitement (filtres, résines échangeuses d'ions) avec notamment la définition de critères d'exploitation et de remplacement établis sur la base du retour d'expérience.

10.3.1.1. DISPOSITIONS PRISES À LA CONCEPTION

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Gestion des déchets radioactifs	<p>Les dispositifs choisis à la conception, notamment la gaine du combustible, les systèmes d'épuration du fluide primaire et l'intégrité du circuit primaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> limitent la quantité de produits de corrosion dans le fluide primaire susceptibles de s'activer lors de leur passage dans le cœur ; permettent d'assurer le meilleur confinement possible des substances radioactives, en assurant un piégeage au plus près de la source des produits d'activation et des substances chimiques présentes dans le fluide primaire. 	Réduction	Coût intégré à la conception
	<p>Les substances utilisées pour le conditionnement chimique sont également choisies au regard de leur efficacité en termes de lutte contre la corrosion.</p>	Réduction	Coût intégré à la conception
	<p>Les systèmes de collecte sélective et de traitement des effluents utilisés, permettent d'orienter les effluents vers les moyens de traitement les mieux adaptés à leurs caractéristiques.</p>	Évitement, Réduction	Coût intégré à la conception
	<p>L'efficacité des techniques de traitement (filtres d'eau, résines échangeuses d'ions et évaporateurs) est éprouvée de façon à obtenir des performances optimales en termes de rejets tout en minimisant la production de déchets associée.</p>	Réduction	Coût intégré à la conception
	<p>La capacité de l'EPR à mieux consommer le combustible permet de réduire la production de déchets issus du combustible. Cette capacité s'évalue au regard de deux objectifs : la propreté (diminution de la quantité de déchets à vie longue) et la sobriété (diminution directe de la consommation d'uranium et valorisation potentielle du plutonium contenu dans le combustible irradié).</p>	Réduction	Coût intégré à la conception et à l'exploitation
	<p>L'EPR utilise les mêmes types de combustibles à l'uranium enrichi ou au plutonium (combustible MOX) que les réacteurs des générations précédentes, mais avec un rendement amélioré du fait de sa conception neutronique et de l'utilisation de combustible à Haut Taux de Combustion (HTC) : il consomme donc moins de combustible et produit moins de matière irradiée - et donc de déchets - pour la même énergie produite.</p> <p>Outre l'utilisation de combustible HTC, les améliorations en termes de propreté et de sobriété sont principalement obtenues par les deux dispositions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> réflecteur lourd en acier ; gros cœur (241 éléments). <p>Finalement, les gains prévisibles de cette conception neutronique vis-à-vis de l'environnement sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> une utilisation plus sobre (- 17 %) des ressources d'uranium naturel ; une diminution significative des déchets radioactifs à vie longue issus du retraitement du combustible et de son gainage (- 26 % de déchets B à vie longue). 	Réduction	Coût intégré à la conception et à l'exploitation

10.3.1.2. DISPOSITIONS PRISES EN EXPLOITATION

10.3.1.2.1. Optimisation du zonage déchets

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Gestion des déchets conventionnels et radioactifs	<p>La gestion des déchets repose en premier lieu sur le principe du zonage qui consiste à distinguer :</p> <ul style="list-style-type: none"> les Zones à production possible de Déchets Nucléaires (ZppDN) dans lesquelles les déchets sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être ; les Zones à Déchets Conventionnels (ZDC) d'autre part, dans lesquelles les déchets produits ne sont ni contaminés ou activés ni susceptibles de l'être. 	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	<p>Pour garantir un niveau de confiance élevé quant au caractère radioactif ou conventionnel des déchets, plusieurs lignes de défense indépendantes et successives sont mises en place :</p> <ul style="list-style-type: none"> la première consiste à sectoriser l'installation en s'appuyant sur une réflexion approfondie de l'état de celle-ci. La répartition de ces zones est présentée dans le plan de zonage déchets de l'installation ; la deuxième consiste à confirmer la pertinence de ce zonage, via la réalisation de contrôles radiologiques pour vérifier la propreté radiologique attendue des locaux et zones classées ZDC ; la troisième ligne de défense est constituée par les contrôles réalisés lors des transferts et/ ou de l'évacuation des déchets issus de ZDC en vue de confirmer leur caractère non radioactif. 	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	<p>L'établissement du plan de zonage déchets a pour objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> de permettre une gestion fiable, sûre, opérationnelle et pérenne des déchets (radioactifs et conventionnels) ; de limiter les quantités de déchets radioactifs produits en proposant une sectorisation adaptée aux risques radiologiques et à la nature des objets et locaux considérés. 	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	<p>Il est établi en suivant une démarche analytique qui tient compte :</p> <ul style="list-style-type: none"> de la conception de l'installation (confinements utilisés, procédés mis en œuvre, cloisonnements, circuits...); des possibilités et conditions d'accès à chaque local ; des règles de fonctionnement de l'installation (circuits de transfert des substances radioactives, circulation des personnes / matériels, collecte et tri à la source des déchets...); 	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
	<ul style="list-style-type: none"> de l'historique de l'installation (procédés mis en œuvre, incidents connus de contamination, traitement et assainissement réalisés...). 		
Gestion des déchets radioactifs	<p>Le plan de zonage mis en œuvre par le site de Flamanville s'appuie sur une méthodologie nationale qui conduit en particulier à définir des sous-catégories au sein des Zones à production possible de Déchets Nucléaires (ZppDN). Cette sous-catégorisation permet de faciliter la catégorisation <i>a priori</i> des déchets qui y sont produits (TFA-VC / FA-VC) et à en optimiser la gestion (conditionnement, caractérisation radiologique). Elle permet également de proportionner les contrôles et exigences associées. Enfin, la mise en œuvre d'une sous-catégorie de ZppDN (identifiée NP – Nucléaire Propre), dans laquelle l'absence de contamination labile est assurée (inférieure à 0,4 Bq/cm² en émetteurs βγ et 0,04 Bq/cm² en émetteurs α) ainsi que la politique de maintien en propreté des locaux constituent des moyens efficaces pour prévenir certains transferts de contamination vers les ZDC et maîtriser ainsi la dissémination de l'activité.</p>	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	<p>Il est à noter que le site de Flamanville a recours lorsque cela est possible :</p> <ul style="list-style-type: none"> à des déclassements de ZppDN en ZDC. Ces déclassements permettent (sur la base d'un dossier soumis à approbation de l'ASN) de démontrer que ces zones sont absentes de toute contamination et/ou activation et que les déchets qui y sont produits peuvent être orientés en filière conventionnelle, évitant de recourir inutilement aux filières de traitement et de stockage dédiées aux déchets radioactifs ; à la valorisation de certains déchets radioactifs. Ainsi, une partie des pièces métalliques (vannes, pompes, outils) et des métaux non ferreux contaminés qui sont expédiés à CENTRACO pour être fondus servent à fabriquer des viroles utilisées en tant que protection radiologique pour le conditionnement des résines échangeuses d'ions usées. 	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site
	<p>En ce qui concerne les déchets d'exploitation, l'approche EPR prend notamment en compte la réduction des déchets à la source déjà en place sur les réacteurs existants selon le levier :</p> <ul style="list-style-type: none"> qui consiste en l'intégration du Retour d'Expérience d'exploitation des réacteurs existants avec pour objectif d'en retirer les meilleures pratiques pour chaque type de déchets solides (les déchets de procédés issus des activités d'exploitation comme les filtres d'eau, les résines échangeuses d'ions, les concentrats d'évaporateur et les déchets technologiques issus des opérations de maintenance). La cible en volume annuel de déchet brut (hors combustible) de l'EPR a ainsi été bâtie sur la base des meilleures performances du Parc français par type de déchets. 	Réduction	Coût intégré à l'exploitation

10.3.1.2.2. Optimisation de la production des déchets de procédé

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Production des déchets de procédé	Lors de l'exploitation, le respect des spécifications radiochimiques et une bonne maîtrise des opérations de mise à l'arrêt à froid permettent de réduire l'activité présente dans le circuit primaire. Il contribue également à limiter au strict nécessaire les quantités de produits chimiques injectés dans les circuits et par conséquent, à réduire à la source les rejets chimiques.	Évitement, Réduction	Coût intégré à l'exploitation
	Les médias de traitement (filtres et résines servant à l'épuration continue des circuits) sont sélectionnés, exploités et remplacés de manière à réduire, autant que possible, la quantité de déchets de procédé associés, tout en assurant le respect des spécifications afin de maîtriser notamment le terme source radiologique dans les circuits.	Évitement, Réduction	Coût intégré à l'exploitation
	D'autre part, la maîtrise des fuites et de la propreté des circuits (prévention d'éventuelles pollutions) évite la production d'effluents et de déchets supplémentaires.	Évitement, Réduction	Coût intégré à l'exploitation

10.3.1.2.3. Optimisation de la production des déchets technologiques produits en ZppDN

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Production de déchets technologiques	La production de déchets technologiques est optimisée par la mise en œuvre de bonnes pratiques en phase de préparation des opérations de maintenance, interventions et travaux. La principale consiste à retirer les emballages des objets avant de les introduire en ZppDN. Cette pratique permet d'éviter la contamination potentielle de l'emballage et donc son classement en déchet radioactif.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation et à la maintenance du site
	<p>La production de déchets technologiques est optimisée par la maîtrise des produits chimiques utilisés. Cette maîtrise, qui vise prioritairement à réduire le niveau d'exposition des opérateurs, en particulier aux produits CMR (Cancérogènes, Mutagènes, Reprotoxiques) contribue également à réduire la toxicité des déchets induits par les opérations au cours desquelles ils sont utilisés. Les produits chimiques utilisables font l'objet d'une analyse de risques et sont référencés dans une liste nationale (LNR) dont l'objectif est de s'assurer :</p> <ul style="list-style-type: none"> • que leur utilisation est justifiée et qu'aucun autre produit déjà référencé ne peut être utilisé ; • que l'ensemble des informations sur le produit est disponible (fiche de données sécurité, fiche technique...) et qu'il n'est pas soumis à restriction réglementaire ; • que les études de non substitution sont disponibles pour l'utilisation de produit CMR1A ou 1B et pour les produits stratégiques contenant une ou des substance(s) candidate(s) à l'autorisation au titre du règlement REACH dans des concentrations supérieures aux seuils réglementaires d'application de l'autorisation. 	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
	La production de déchets technologiques est optimisée par la substitution des sacs vinyles utilisés pour la collecte des déchets technologiques par des sacs en polyéthylène. Cette pratique généralisée depuis 2014, permet de limiter la présence de composés halogénés (chlore, fluor) dans les colis de déchets, ces composés étant acceptables en quantité limitée par les filières de traitement et de stockage.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation du site

10.3.2. TRI / COLLECTE SÉLECTIVE, TRAITEMENT / CONDITIONNEMENT, ENTREPOSAGE ET ÉVACUATION DES DÉCHETS

10.3.2.1. TRI / COLLECTE SÉLECTIVE

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Gestion des déchets conventionnels et radioactifs	Dès sa production, le déchet fait l'objet d'un tri et d'une collecte sélective selon divers critères : <ul style="list-style-type: none"> • sa nature ; • son activité radiologique (débit de dose notamment) le cas échéant ; • les possibilités de traitement / conditionnement sur site (ex : compactage, broyage, découpe, blocage en matrice stable) ; • les exigences de la filière d'évacuation à laquelle il est destiné, qu'il s'agisse d'une filière de traitement (ex : incinération, fusion) ou de stockage. 	Réduction	Coût intégré à l'exploitation
	Ce tri à la source, repose en premier lieu sur le zonage déchets. Il permet d'orienter chaque déchet vers le mode de traitement, conditionnement ou filière d'évacuation approprié, la valorisation et le recyclage étant privilégiés lorsque cela est possible (en particulier pour les déchets conventionnels).	Réduction	Coût intégré à l'exploitation
	Il permet par ailleurs d'éliminer au plus tôt les charges calorifiques associées à certains déchets (bois, papier, cartons, plastiques) contribuant en cela à la maîtrise du risque incendie et permet également d'opérer sur place une réduction de volume des déchets compactables. Il est rendu possible et facilité par la mise à disposition au plus près de la zone de production des déchets de moyens de collecte permanents ou temporaires, suffisants et adaptés.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
	<p>Enfin, des contrôles des déchets (radiologiques, de remplissage...) sont réalisés en différents points de la collecte, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> • au niveau des interfaces entre zones à production possible de déchets nucléaires et zones à déchets conventionnels, • dans les réceptacles de collecte, • en entrée et sortie de la zone de transit des déchets conventionnels. 	Réduction	Coût intégré à l'exploitation

10.3.2.2. CARACTÉRISATION

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Gestion des déchets radioactifs	<p>L'objectif de la caractérisation est de disposer d'une bonne connaissance du contenu radiologique, physico-chimique et biologique des déchets afin de déterminer le conditionnement et la filière de gestion les plus adaptés et de vérifier leur compatibilité avec les étapes ultérieures prévues pour leur gestion.</p> <p>Cette caractérisation répond aux exigences fixées par les filières de traitement et de stockage. Elle s'appuie sur des analyses d'échantillons représentatifs des déchets, qui peuvent être complétées par des mesures en phase de conditionnement si nécessaire. Lorsqu'elle repose sur des spectres-types¹³ (caractérisation générique applicable à une famille de déchets) et non sur des mesures systématiques, sa représentativité est vérifiée périodiquement (programme de surveillance établi au niveau national en accord avec les filières).</p>	Évitement Réduction	Coût intégré à l'exploitation

¹³ Cette méthode de caractérisation, mise en œuvre sur le site pour la majorité des déchets produits dans le cadre de l'exploitation courante ne génère pas de déchets secondaires.

10.3.2.3. TRAITEMENT / CONDITIONNEMENT

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Gestion des déchets radioactifs	<p>Les déchets collectés font l'objet d'un traitement ou d'un conditionnement sur site, en fonction de leurs caractéristiques visant à :</p> <ul style="list-style-type: none"> en réduire si possible le volume (compactage, déchiquetage/broyage de certains déchets technologiques) ; les conditionner de façon à en réduire la nocivité (si besoin) et à les rendre conformes pour leur évacuation vers la filière appropriée : conditionnement en coque béton dans une matrice pour les déchets de procédé de moyenne activité vie courte, conditionnement en fût métallique ou plastique pour les déchets technologiques de faible activité ou en benne pour les déchets conventionnels par exemple. 	Réduction	Coût intégré à l'exploitation
	<p>Lorsque des pistes d'amélioration sont identifiées (risques identifiés quant à la disponibilité / capacité de la filière, possibilité de tirer parti de MTD pour optimiser ou faire évoluer la filière de référence), des actions sont initiées afin de disposer d'une filière optimisée.</p>	Réduction	Coût intégré à l'exploitation
	<p>Concernant les déchets technologiques radioactifs destinés à l'incinération (déchets solides incinérables), le conditionnement a été optimisé par l'utilisation de fûts en plastique (au lieu de fûts métal), qui permettent une introduction directe des colis dans le four d'incinération de CENTRACO et limitent la quantité de déchets induits (les fûts métal étaient orientés vers la fusion).</p>	Réduction	Coût intégré à l'exploitation
	<p>Concernant les déchets de procédé, des évolutions ont été apportées au procédé Mercure utilisé pour le conditionnement des résines échangeuses d'ions usées de moyenne activité vie courte. En effet, ce procédé mettait en œuvre trois substances chimiques à caractère CMR (Cancérogène, Mutagène et Reprotoxique), dont deux incluses dans le durcisseur, et la troisième dans le produit permettant de stopper la réaction de polymérisation en cas d'emballage. Les recherches entreprises afin de substituer ces produits par d'autres ayant les mêmes fonctions ont permis la substitution de deux produits sur les trois concernés. Concernant la troisième substance à caractère CMR qui est également contenue dans le durcisseur, une solution de substitution a été identifiée et est en cours de qualification en relation avec l'ANDRA. Un dossier de demande d'autorisation a été déposé à l'ECHA¹⁴ en 2016 (accord obtenu en 2017) dans l'attente de cette substitution.</p>	Réduction	Coût intégré à l'exploitation
	<p>Concernant les déchets de moyenne activité à vie courte conditionnés en coque béton, les viroles utilisées pour réduire le débit de dose au contact des colis finis, qui étaient auparavant en plomb ont été substituées par des viroles en acier (réduction des quantités de plomb stockées au CSA).</p>	Réduction	Coût intégré à l'exploitation

¹⁴ ECHA : Agence européenne des produits chimiques.

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
	<p>Concernant le traitement des effluents issus des opérations de nettoyage des générateurs de vapeur : la stratégie de maintenance globale a été revue en 2010, afin d'en améliorer la performance environnementale (réduction de la nocivité et du volume des déchets induits notamment). Les procédés de traitement désormais mis en œuvre permettent d'obtenir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des déchets ultimes (solides) dans des volumes limités et compatibles avec les critères d'acceptation des filières ; • une phase liquide après traitement compatible avec les autorisations de rejets ; • des effluents gazeux caractérisés, quantifiés dans des volumes aussi limités que raisonnablement possible. 	Réduction	Coût intégré à l'exploitation
	<p>Pour disposer d'une vision d'ensemble et être en mesure de ré-interroger et de faire évoluer si nécessaire les dispositions mises en œuvre par le site, un benchmark et des travaux sont menés par les unités d'ingénieries d'EDF au niveau international. Ces travaux permettent d'utiliser et d'alimenter activement la veille scientifique et technologique, notamment dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs. Ainsi EDF :</p> <ul style="list-style-type: none"> • prend part aux travaux de normalisation relatifs à la caractérisation radiologique des déchets ; • participe aux travaux de l'Electric Power Research Institute (EPRI), qui visent à comparer les pratiques des différents pays (Canada, France, Corée, Espagne, Suède et USA) dans le domaine du traitement des effluents et des déchets. 	Réduction	Coût intégré à l'exploitation

10.3.2.4. ENTREPOSAGE DES DÉCHETS AVANT ÉVACUATION, TRAÇABILITÉ

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Gestion des déchets conventionnels et radioactifs	Les déchets sont entreposés dans des zones adaptées à leurs caractéristiques. L'ensemble des opérations de gestion des déchets est tracé. Pour les déchets radioactifs, cette traçabilité se concrétise en particulier par la constitution du dossier colis, dans lequel toutes les informations relatives à la fabrication du colis de déchets sont rappelées, depuis la production du déchet jusqu'à l'évacuation du colis. Pour les déchets conventionnels, cette traçabilité est assurée notamment par le renseignement du bordereau de suivi.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation
	L'exploitation des installations et zones d'entreposage est couverte par des référentiels techniques qui en définissent les règles de gestion. Ces règles visent à maîtriser les impacts et risques associés, en termes d'incendie (gestion des charges calorifiques), de radioprotection (zonage, signalétique, contrôle) et de rangement des installations (encombrement des locaux, colisage), tout en assurant la maîtrise de la gestion des déchets.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation
Gestion des déchets radioactifs	Pour ce faire, une évacuation rapide des déchets de maintenance produits en arrêts de réacteur de l'îlot nucléaire vers les installations de conditionnement des déchets est réalisée, une fois que ceux-ci ont été triés et pré-caractérisés. Il s'agit de limiter les quantités de déchets au niveau des installations de collecte en vertu des contraintes de charges calorifiques et d'encombrement en s'assurant du confinement de la radioactivité tout au long des « circuits » empruntés par les déchets.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation et à la maintenance du site
	L'objectif est une gestion des entreposages par « niveau bas » qui passe par une évacuation des colis aussi rapide que possible. Ce principe permet, entre autres, de mieux gérer les éventuels pics de production (arrêts de réacteur...) ou des indisponibilités momentanées des filières.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation
	Comme pour les réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville, une partie du combustible usé de l'EPR est renouvelée en fonction de la durée du cycle suivant. Les éléments combustibles usés sont entreposés sous eau, dans la piscine à l'intérieur de l'îlot nucléaire pendant plusieurs mois au cours desquels les radioéléments à vie courte (10 à 15 jours) subissent une décroissance de radioactivité d'un facteur dont l'ordre de grandeur est compris entre mille et un milliard selon les radioéléments concernés. Au terme du temps d'entreposage, les rayonnements émis par le combustible ne sont plus dus qu'aux radioéléments ayant des périodes longues, tels le césium 137 et les kryptons.	Réduction	Coût intégré à l'exploitation

10.3.2.5. ÉVACUATION VERS LES FILIÈRES ADAPTÉES ET CONTRÔLE FINAL

	Mesures d'évitement et/ou de réduction des impacts	Effet de la mesure	Coût associé
Gestion des déchets radioactifs	<p>Les déchets provenant de la Zone de Déchets Conventionnels (ZDC) et dont l'absence de radioactivité a été confirmée sont traités et éliminés selon leurs caractéristiques dans des filières dédiées aux déchets dangereux, non dangereux ou inertes. Ils peuvent notamment être valorisés dans l'industrie conventionnelle pour la fabrication de biens de consommation ou de produits de construction. Le choix de la filière d'évacuation se fait selon le type de déchets et les contraintes/capacités des filières. Ce choix prend également en compte les trois principes suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • hiérarchie des modes de traitement des déchets consistant à privilégier, dans l'ordre la réutilisation ; le recyclage ; toute autre valorisation, notamment la valorisation énergétique ; l'élimination ; • principe de proximité ; • adéquation avec les plans de prévention et de gestion des déchets locaux/régionaux/nationaux. 	Réduction	Coût intégré à l'exploitation
	<p>Les déchets provenant de ZDC de Flamanville 3 sont gérés par Flamanville 1-2.</p> <p>Les déchets provenant de ZppDN pour lesquels le caractère contaminé ou activé n'a pu être infirmé sont orientés vers des filières de traitement et de stockage dédiées.</p> <p>Dans tous les cas, les déchets sont évacués par un transporteur autorisé. Ils font l'objet d'une fiche de traçabilité précisant notamment leurs caractéristiques (nature, type, activité...). En plus des contrôles réalisés sur le site, les déchets sont recontrôlés en entrée de filière.</p>	Réduction	Coût intégré à l'exploitation

10.3.3. CONCLUSION

Ces différentes mesures ont été prises en compte lors de l'analyse à court, moyen et long terme des incidences négatives et positives, directes et indirectes, temporaires et permanentes sur la gestion des déchets menée précédemment. Cette analyse ne met pas en évidence d'incidences notables, si bien qu'il n'est pas proposé de mesures supplémentaires d'évitement, de réduction ou bien compensatoires.

10.4.

COMPATIBILITÉ AU PLAN NATIONAL DE GESTION DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS (PNGMDR)

Le Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs (PNGMDR) constitue un outil de pilotage pour gérer les matières et déchets radioactifs de façon durable, dans le respect de la protection de la santé des personnes, de la sécurité et de l'environnement. Ce plan est élaboré par le Ministère de la Transition écologique et solidaire et l'Autorité de sûreté nucléaire selon un cadre fixé par le code de l'environnement.

La gestion des matières et des déchets radioactifs est encadrée par les textes suivants : articles du code de l'environnement et deux lois :

- la loi du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs,
- la loi du 25 juillet 2016 précisant les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue.

L'ordonnance du 3 août 2016 prévoit que la Commission Nationale du Débat Public (CNDP) soit saisie de tous les plans et programmes d'importance nationale et décide des modalités d'organisation de la participation du public. C'est dans ce nouveau cadre que les enjeux de la future et 5^{ème} édition du PNGMDR [2019-2021] ont été proposés au débat public mi-2019. Les décrets et l'arrêté établissant les prescriptions du PNGMDR ne sont pas encore adoptés à ce jour.

Le PNGMDR actuellement en vigueur [2016-2018] est l'outil de pilotage de la gestion des matières et des déchets radioactifs :

- il énonce les principes et objectifs de la gestion des matières et déchets radioactifs : présentation des matières et déchets radioactifs, synthèse de l'inventaire national, principes à prendre en compte pour définir les filières de gestion, cadre juridique et institutionnel de la gestion des déchets en France ;
- il expose le bilan des filières de gestion existantes et en développement ;
- il présente les actions à mettre en œuvre pour poursuivre dans la voie de l'amélioration de la gestion des matières et déchets radioactifs.

La gestion des déchets radioactifs du site de Flamanville s'effectue en conformité avec les orientations du PNGMDR au travers :

- du respect des modalités de classement des déchets radioactifs définies par le PNGMDR (Cf. [Paragraphe 10.1.2.1](#)) ;
- de l'ensemble des actions mises en œuvre pour réduire les quantités et la nocivité des déchets produits ;
- du recours à des filières de stockage ou de traitement agréées ;
- de l'entreposage des déchets en attente de filières de façon sûre au sein du CNPE.

Dans une démarche d'amélioration continue, cette gestion peut être réinterrogée au regard de l'avancement des recherches concernant les solutions de gestion des déchets sans filière ou l'optimisation globale des filières de gestion à moyen terme.

10.5.

DESCRIPTION DES MÉTHODES UTILISÉES

L'approche mise en œuvre pour élaborer le chapitre sur la gestion des déchets repose essentiellement sur :

- l'identification des différentes activités génératrices de déchets et les catégories de déchets associées,
- les règles générales de gestion de déchets mises en application sur le site,
- l'analyse du retour d'expérience d'exploitation du site.

Ainsi, l'évaluation qualitative des déchets produits passe par le zonage déchets, la caractérisation radiologique des déchets, le tri, le conditionnement et le contrôle des déchets.

La quantification des déchets produits et l'estimation des quantités prévisionnelles de déchets à produire dans les années à venir se basent sur les données issues des bilans annuels de gestion des déchets établis par le site. Ces bilans fournissent les données quantitatives et qualitatives des déchets produits par le site, ainsi que les filières vers lesquelles les déchets ont été dirigés.

10.6.

CONCLUSION

L'analyse des dispositions mises en œuvre par le site de Flamanville en matière de gestion des déchets permet de démontrer que le site maîtrise les quantités de déchets produites / à produire et les impacts associés liés à l'ajout du fonctionnement du réacteur 3 sur le site de Flamanville existant.

Ainsi, le processus de gestion des déchets déclinant d'une approche intégrée sur les rejets et les déchets et amélioré de façon continue grâce au retour d'expérience acquis sur 58 réacteurs et à la veille technique internationale mise en place par EDF :

- permet une gestion adaptée à chaque type de déchets en vue de limiter au mieux la quantité et la nocivité des déchets produits, en optimisant le tri entre les déchets conventionnels et les déchets radioactifs sur la base du plan de zonage déchets et en tirant parti des meilleures techniques disponibles ;
- assure que les caractéristiques des déchets évacués respectent les spécifications d'acceptation de leur exutoire de façon optimisée ainsi que les réglementations en vigueur.

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 11 - Analyse des incidences cumulées

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 11	5
11.1. DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	6
11.2. RECENSEMENT DES PROJETS	8
11.3. ANALYSE DES INCIDENCES CUMULÉES.....	10
11.4. CONCLUSION	11

TABLEAUX

Tableau 11.a : Sites internet consultés pour le recensement des projets	9
---	---

FIGURES

Figure 11.a : Zone d'étude considérée pour l'analyse des incidences cumulées (hors zone d'étude située au nord jusqu'à Cherbourg)	7
---	---

P RÉSENTATION DU CHAPITRE 11

L'analyse des incidences cumulées présentée dans ce chapitre correspond à l'analyse des incidences cumulées liées au fonctionnement du réacteur 3 de type EPR du site de Flamanville avec d'autres projets existants ou approuvés, projets internes au CNPE de Flamanville (réacteurs 1 et 2) ou projets externes au site de Flamanville.

La notion d'incidences cumulées se réfère à la possibilité que les impacts temporaires ou permanents occasionnés par le réacteur 3 de Flamanville et d'autres projets en cours rentrent en interaction.

Le chapitre est organisé comme suit :

- [§ 11.1](#) : Délimitation de la zone d'étude ;
- [§ 11.2](#) : Recensement des projets existants ou approuvés concernés ;
- [§ 11.3](#) : Analyse des incidences ;
- [§ 11.4](#) : Conclusion.

11.1.

DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le fonctionnement du réacteur 3 de type EPR du site de Flamanville sera à l'origine de plusieurs types d'interactions avec l'environnement :

- **des interactions avec le milieu continental**, occasionnées principalement par les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère, par les émissions sonores, vibratoires et lumineuses, et par les prélèvements d'eau douce dans les trois rivières la Diélette, le Petit Drouet et le Grand Drouet ;
- **des interactions avec le milieu marin**, occasionnées par les rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides en mer, par les prélèvements d'eau en mer et par la restitution en mer des sédiments issus des opérations d'entretien des ouvrages de prélèvements d'eau.

L'analyse des incidences cumulées du fonctionnement du réacteur 3 du site de Flamanville avec d'autres projets existants ou approuvés est réalisée au niveau de l'aire d'étude définie sur la [Figure 11.a](#). Cette aire d'étude a été définie à partir :

- d'une zone d'influence potentielle sur le milieu continental, définie de manière enveloppe par un cercle de rayon de 7 km centré sur le site de Flamanville ;
- d'une zone d'influence potentielle sur le milieu marin, qui correspond à la superposition de la zone enveloppe de l'échauffement thermique moyen de 1°C et de la zone enveloppe de la localisation de l'ensemble de stations de surveillance hydroécologique du site de Flamanville.

Les éléments de justification relatifs à la définition des zones d'influences sur le milieu continental et marin sont présentés au [Paragraphe 12.5 du Chapitre 12](#).

La zone d'étude retenue est définie de manière enveloppe par un cercle de rayon de 10 km centré sur le site de Flamanville afin d'inclure ces zones d'influence.

Par ailleurs il est considéré une zone d'étude située au nord jusqu'à Cherbourg pour ce qui concerne les projets industriels susceptibles de provoquer des effets cumulés avec les rejets radioactifs (gazeux ou liquides). La prise en compte de cette zone d'étude résulte de l'analyse de l'état radiologique présentée au [Chapitre 6](#) qui a permis d'identifier au voisinage du site de Flamanville la présence de radionucléides provenant des rejets d'effluents de l'usine ORANO de La Hague (située dans le département de la Manche).

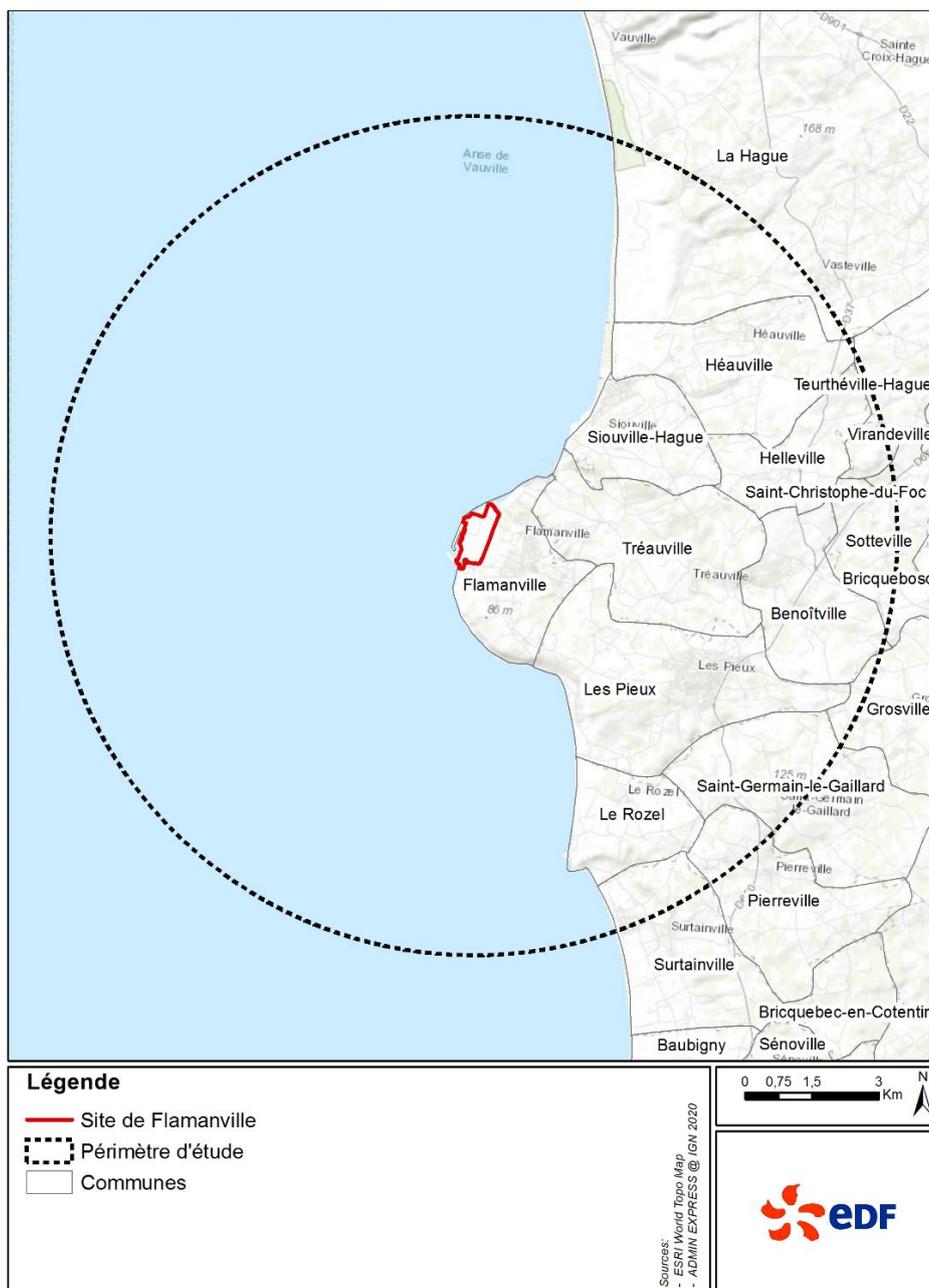


Figure 11.a : Zone d'étude considérée pour l'analyse des incidences cumulées (hors zone d'étude située au nord jusqu'à Cherbourg)

Nota :

La ligne électrique à très haute tension « Cotentin-Maine » se situe en dehors de la zone d'étude considérée pour l'étude des impacts cumulés avec d'autres projets existants ou approuvés ; les travaux de construction de cette ligne ayant été réalisés à plus de 50 km du site de Flamanville.

Ces deux projets de construction du réacteur EPR et de de la ligne électrique à très haute tension sont situés dans des secteurs géographiques très différents et il n'y a entre eux aucun enjeu commun en matière environnementale.

11.2.

RECENSEMENT DES PROJETS

Les projets existants ou approuvés sont les projets situés dans la zone d'étude définie précédemment (communes indiquées dans la [Figure 11.a](#) ci-dessus).

Ils sont tels que définis au 5°-e) de l'article R. 122-5 du code de l'environnement qui dispose :

« Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
- ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage. ».

À noter que dès lors qu'un projet rentrant dans les cas visés ci-dessus est mis en œuvre et exploité, il fait partie de l'état actuel de l'environnement (*i.e.* scénario de référence) et ses incidences cumulées avec le présent projet sont prises en compte dans les Chapitres 3 à 9. Il n'est donc pas repris dans le présent chapitre.

Le recensement de ces projets environnants est effectué sur les sites internet des services de l'État des territoires concernés et susceptibles de référencer les procédures d'enquêtes publiques en cours et les avis de l'autorité environnementale.

Les avis de l'autorité environnementale sont mis en ligne sur internet conformément aux articles R. 122-7 et R. 122-21 du code de l'environnement et R. 104-33 du code de l'urbanisme.

Selon les types d'actes concernés, l'autorité environnementale compétente peut être :

- le ministre chargé de l'environnement,
- la formation d'autorité environnementale du Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD),
- la Mission Régionale d'Autorité environnementale (MRAe) de Normandie.

Ces avis sont disponibles sur les sites internet de chacune de ces autorités, présentés dans le [Tableau 11.a](#).

Tableau 11.a : Sites internet consultés pour le recensement des projets

Service/institution	Site internet	Date de consultation
Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD)	http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/les-avis-deliberes-de-l-autorite-environnementale-a331.html	2 avril 2021
Mission Régionale d'Autorité environnementale (MRAe) de Normandie	http://www.mrae.developpement-durable.gouv.fr/normandie-r23.html	2 avril 2021
Ministère de la transition écologique et solidaire	https://www.projets-environnement.gouv.fr/pages/home	2 avril 2021
Région Normandie (DREAL)	http://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/avis-d-enquetes-publiques-r262.html	2 avril 2021
Préfecture de la Manche (1)	http://www.manche.gouv.fr/Publications/Annonces-avis/Enquetes-publiques	2 avril 2021

(1) L'analyse de l'état radiologique présentée au [Chapitre 6](#) ayant montré au sein de la zone d'étude la présence de radionucléides provenant des rejets de l'usine ORANO La Hague, située dans le département de la Manche (Normandie), le site internet de la préfecture de la Manche a été consulté pour le recensement de projets susceptibles de modifier les rejets radioactifs de l'usine ORANO La Hague.

En date de la dernière consultation de ces sites (02/04/2021) deux projets correspondant aux critères du 5°-e) de l'article R. 122-5 du code de l'environnement cités et pouvant être considérés dans l'analyse des incidences cumulées du fait de leurs rejets d'effluents radioactifs liquides et à l'atmosphère susceptibles de se cumuler avec ceux du réacteur 3 du site de Flamanville ont été recensés. Ces deux projets sont étudiés, bien que situés en dehors de la zone d'étude car l'analyse de l'état radiologique présentée au [Chapitre 6](#) montre au sein de la zone d'étude pour les incidences cumulées, la présence de radionucléides provenant potentiellement des rejets liquides et atmosphériques de l'usine ORANO La Hague.

Il s'agit des projets suivants liés à l'activité de la société Orano Cycles SA sur le site de La Hague :

- Le projet¹ de démantèlement partiel de l'INB n° 33 dénommée « UP2-400 » située sur le site Orano de La Hague.

Ce Projet fait l'objet d'une demande d'autorisation et concerne les opérations de Reprise et de Conditionnement des Déchets (RCD) et de Mise à l'Arrêt Définitif et de DÉMantèlement (MAD/DEM) de l'INB n° 33 non encore autorisées. Ce Projet comporte :

- La construction d'une nouvelle unité de cimentation des déchets de faible granulométrie destinée principalement au conditionnement des résines des décanteurs qui sont des déchets sous forme de boues entreposés dans neuf décanteurs et deux fosses, ainsi que son démantèlement.
- L'adaptation de certaines dates précisées à l'article 3 du décret n° 2013-996 du 8 novembre 2013 autorisant certaines opérations de RCD/MAD/DEM de l'INB n° 33.
- Le rejet de nouvelles substances liées aux opérations de RCD/MAD/DEM dans l'INB n° 33 : cérium, bore et magnésium.

¹ Toutes les données sur les projets liés à l'activité de la société Orano Cycles SA mentionnées dans ce chapitre sont issues du dossier de démantèlement partiel, édition 07/2020 mis en Enquête Publique.

- Le projet de démantèlement partiel de l'INB n° 38 dénommée « Station de Traitement des Effluents et déchets solides (STE2) et Atelier des combustibles nucléaires oxyde (AT1) » située sur le site Orano de La Hague.

Ce Projet fait l'objet d'une demande d'autorisation et concerne principalement les opérations de de Reprise et de Conditionnement des Déchets (RCD) et de Mise à l'Arrêt Définitif et de DÉMantèlement (MAD/DEM) de l'INB n° 38 non encore autorisées. Ce Projet comporte :

- La construction d'une nouvelle unité de tri, traitement et conditionnement de déchets de faible granulométrie dite « bâtiment 115.2 » destinée principalement au conditionnement des déchets de structure UNGG, ainsi que son démantèlement.
- L'adaptation de certaines dates précisées à l'article 3 du décret n° 2013-997 du 8 novembre 2013 autorisant certaines opérations de RCD/MAD/DEM de l'INB n° 38.
- Le rejet de nouvelles substances liées aux opérations de RCD/MAD/DEM dans l'INB n° 38 : cérium, magnésium.

11.3.

ANALYSE DES INCIDENCES CUMULÉES

La distance entre le site de Flamanville et l'usine ORANO La Hague est d'environ de 15 km à vol d'oiseau.

Les deux projets de l'usine ORANO La Hague sont étudiés car l'analyse de l'état radiologique présentée au [Chapitre 6](#) montre au sein de la zone d'étude pour les incidences cumulées, la présence de radionucléides provenant potentiellement des rejets liquides et atmosphériques de l'usine ORANO La Hague.

Les études d'impact de ces deux projets retenus pour l'analyse des incidences cumulées, présentent l'étude du cumul des incidences de ces deux projets avec l'ensemble du site Orano.

Cette étude présente les conclusions suivantes :

- Le cumul des rejets radioactifs du site (incluant les opérations des deux projets et les INB en fonctionnement) reste inférieur aux limites fixées par les autorisations de rejet du site Orano.
- Considérant l'ensemble des rejets radioactifs (incluant les opérations des deux projets et les INB en fonctionnement) aux limites des autorisations de rejets :
 - pour tous les groupes de population, l'impact annuel radiologique sur la santé de l'ensemble des rejets radioactifs liquides et à l'atmosphère est très inférieur à la limite réglementaire de dose additionnelle pour le public fixée à 1 mSv/an ;
 - l'impact radiologique sur l'environnement lié à l'ensemble des rejets radioactifs liquides et à l'atmosphère est négligeable.

Ainsi, les deux projets du site Orano La Hague ne sont pas susceptibles de faire évoluer de façon significative les rejets radioactifs de l'usine ORANO La Hague et donc *a fortiori* ne sont pas susceptibles de faire évoluer l'état radiologique de l'environnement du site de Flamanville.

11.4. CONCLUSION

L'analyse des incidences cumulées liées au fonctionnement du réacteur 3 du site de Flamanville avec des projets existants ou approuvés, ne met pas en évidence de risque sanitaire sur les populations avoisinantes ni d'impact environnemental sur l'écosystème autour du site.

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 12 -

Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU CHAPITRE 12.....	7
12.1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE.....	8
12.1.1. CADRE RÉGLEMENTAIRE.....	8
12.1.2. RÉSEAU NATURA 2000.....	8
12.2. DESCRIPTION DE LA MÉTHODOLOGIE	10
12.3. PRÉSENTATION DU PROJET	13
12.3.1. LOCALISATION DU SITE DE FLAMANVILLE.....	13
12.3.2. PRÉSENTATION SUCCINCTE DU SITE ET DU PROJET	15
12.4. INTERACTIONS DU PROJET AVEC L'ENVIRONNEMENT	17
12.5. DÉFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE	18
12.5.1. INFLUENCE POTENTIELLE SUR LE MILIEU CONTINENTAL	18
12.5.2. INFLUENCE POTENTIELLE SUR LE MILIEU MARIN	23
12.5.3. AIRE D'ÉTUDE	28
12.6. PRÉSENTATION DES SITES NATURA 2000 SUSCEPTIBLES D'ÊTRE CONCERNÉS PAR LE PROJET	30
12.6.1. DESCRIPTION DES SITES NATURA 2000 CONCERNÉS PAR LE PROJET	34
12.6.2. PRÉSENTATION DES HABITATS ET DES ESPÈCES DES SITES NATURA 2000 CONCERNÉS PAR LE PROJET.....	36
12.7. HABITATS ET ESPÈCES POTENTIELLEMENT CONCERNÉS PAR LE PROJET	43
12.7.1. INTERACTIONS DU PROJET AVEC LES SITES NATURA 2000.....	43
12.7.2. HABITATS ET ESPÈCES POTENTIELLEMENT CONCERNÉS PAR LE PROJET	47

12.8.	ANALYSE DE L'ÉTAT DE CONSERVATION	64
12.8.1.	ÉTAT DE CONSERVATION : NOTION ET DONNÉES SOURCES	64
12.8.2.	ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS PRIORITAIRES CONCERNÉS PAR LE PROJET	66
12.8.3.	ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE CONCERNÉS PAR LE PROJET	68
12.8.4.	ÉTAT DE CONSERVATION DES ESPÈCES D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE CONCERNÉES PAR LE PROJET (HORS OISEAUX).....	77
12.8.5.	ÉTAT DE CONSERVATION DES OISEAUX D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE CONCERNÉS PAR LE PROJET	80
12.9.	ANALYSE DES INCIDENCES DIRECTES OU INDIRECTES, TEMPORAIRES OU PERMANENTE SUR L'ÉTAT DE CONSERVATION DES SITES NATURA 2000 CONSIDÉRÉS.....	84
12.9.1.	RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR LES SITES NATURA 2000	84
12.9.2.	ANALYSE DES INCIDENCES POTENTIELLES CUMULÉES POUR CHAQUE HABITAT ET ESPÈCE CONCERNÉS PAR LE PROJET	88
12.10.	ANALYSE DES MÉTHODES UTILISÉES.....	93
12.10.1.	DÉLIMITATION DE L'AIRE D'ÉTUDE	93
12.10.2.	DESCRIPTION DES HABITATS ET ESPÈCES DES SITES NATURA 2000 RECENSÉS SUR L'AIRE D'ÉTUDE ET DE LEUR ÉTAT DE CONSERVATION.	93
12.10.3.	IDENTIFICATION DES HABITATS ET ESPÈCES CONCERNÉS	94
12.10.4.	ÉTUDE DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS ET DES ESPÈCES CONCERNÉS PAR LE PROJET	94
12.10.5.	ANALYSE DES INCIDENCES DIRECTES, INDIRECTES, PERMANENTES ET TEMPORAIRE DU CNPE SUR L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS ET ESPÈCES CONCERNÉS	94
12.11.	CONCLUSION DE L'ÉVALUATION DES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ÉTAT DES CONSERVATION DES SITES NATURA 2000	95

TABLEAUX

Tableau 12.a :	Inventaires de terrain réalisés par THEMA Environnement en 2020 sur l'aire d'étude du Projet	12
Tableau 12.b :	Sites Natura 2000 concernés par le Projet	30
Tableau 12.c :	Site Natura 2000 recensé à proximité de l'aire d'étude du Projet.....	31
Tableau 12.d :	Habitats d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville »	37
Tableau 12.e :	Habitats d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	38
Tableau 12.f :	Habitats d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville »	39
Tableau 12.g :	Espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville »	39
Tableau 12.h :	Espèce d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	40
Tableau 12.i :	Espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville »	40
Tableau 12.j :	Espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZPS n° FR2512002 « Landes et dunes de La Hague »	41
Tableau 12.k :	Espèces d'intérêt migratoire ayant justifié la désignation de la ZPS n° FR2512002 « Landes et dunes de La Hague »	42
Tableau 12.l :	Synthèse des sites Natura 2000 concernés par les différentes interactions du Projet avec l'environnement	46
Tableau 12.m :	Habitats d'intérêt communautaire potentiellement concernés par le Projet.....	48
Tableau 12.n :	Espèces d'intérêt communautaire potentiellement concernées par le Projet	54
Tableau 12.o :	État de conservation des oiseaux d'intérêt communautaire potentiellement concernés par le Projet	80

FIGURES

Figure 12.a :	Localisation du site de Flamanville, rayons de 5 et 10 km, schéma de localisation en France	14
Figure 12.b :	Vue aérienne du site de Flamanville – De gauche à droite : réacteur 3, réacteur 2, réacteur 1	17
Figure 12.c :	Localisation des stations de prélèvement d'eau douce continentale.....	21
Figure 12.d :	Zone d'influence potentielle du Projet sur le milieu continental	22
Figure 12.e :	Stations de pompage des réacteurs 1-2 et EPR – Vue panoramique	23
Figure 12.f :	Zone d'influence potentielle du Projet sur le milieu marin.....	27
Figure 12.g :	Aire d'étude du Projet.....	29
Figure 12.h :	Localisation des sites Natura 2000 autour du site de Flamanville – Échelle 1/100 000.....	32
Figure 12.i :	Localisation du site Natura 2000 identifié à proximité du site de Flamanville – Échelle 1/25 000.....	33
Figure 12.j :	Logigramme d'analyse pour la prise en compte des habitats et espèces potentiellement concerné(e)s par les interactions du Projet avec l'environnement.....	47

P RÉSENTATION DU CHAPITRE 12

Ce Chapitre présente l'évaluation des incidences du Projet, à savoir le site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2), sur les sites Natura 2000.

Le chapitre est organisé comme suit :

- [§ 12.1](#) : Contexte de l'étude ;
- [§ 12.2](#) : Description de la méthodologie ;
- [§ 12.3](#) : Présentation du Projet ;
- [§ 12.4](#) : Interactions du site de Flamanville avec l'environnement ;
- [§ 12.5](#) : Définition du périmètre d'étude du projet ;
- [§ 12.6](#) : Présentation des sites Natura 2000 susceptibles d'être concernés par le Projet ;
- [§ 12.7](#) : Habitats et espèces potentiellement concernés par le Projet ;
- [§ 12.8](#) : Analyse de l'état de conservation ;
- [§ 12.9](#) : Analyse des incidences directes ou indirectes, temporaires ou permanentes sur l'état de conservation des sites Natura 2000 considérés ;
- [§ 12.10](#) : Analyse des méthodes utilisées ;
- [§ 12.11](#) : Conclusions de l'évaluation des incidences du Projet sur l'état de conservation des sites Natura 2000.

12.1.

CONTEXTE DE L'ÉTUDE

12.1.1. CADRE RÉGLEMENTAIRE

Le présent chapitre porte sur les zones naturelles relevant des dispositions de la directive « Habitats » 92/43/CEE du 21 mai 1992 et de la directive « Oiseaux » 2009/147/CE du 30 novembre 2009. La transposition en droit français de ces directives a été opérée par les articles L. 414-1 et suivants et les articles R. 414-1 et suivants du code de l'environnement.

Ces dispositions prévoient que les programmes ou projets d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations, lorsqu'ils sont susceptibles d'affecter de manière significative un site Natura 2000, individuellement ou en raison de leurs effets cumulés, doivent faire l'objet d'une évaluation de leurs incidences au regard des objectifs de conservation du site, appelée évaluation des incidences Natura 2000.

L'article R. 414-19 présente la liste nationale des documents de planification, programmes ou projets ainsi que des manifestations et interventions qui doivent faire l'objet d'une évaluation des incidences sur un ou plusieurs sites Natura 2000. Cette liste nationale peut être complétée de listes locales définies par arrêtés préfectoraux.

Le Projet est soumis à évaluation des incidences Natura 2000 dans la mesure où il est soumis à évaluation environnementale (article R. 414-19 I 3° du code de l'environnement).

L'article R. 414-23 mentionne, par ailleurs, la composition de l'évaluation des incidences Natura 2000, qui doit être proportionnée à l'importance du projet et aux enjeux de conservation des habitats et des espèces en présence.

12.1.2. RÉSEAU NATURA 2000

Le réseau Natura 2000 est un réseau écologique européen de sites naturels d'intérêt écologique élaboré à partir des directives « Habitats » et « Oiseaux ». Dans les zones de ce réseau, les États membres s'engagent à maintenir dans un état de conservation favorable les types d'habitats et d'espèces concernés. Pour ce faire, ils peuvent utiliser des mesures réglementaires ou contractuelles. L'objectif est de promouvoir une gestion adaptée des habitats tout en tenant compte des exigences économiques, sociales et culturelles, ainsi que des particularités régionales et locales de chaque État membre.

La désignation des sites ne conduit pas les États membres à interdire *a priori* les activités humaines, dès lors que celles-ci ne remettent pas en cause significativement l'état de conservation favorable des habitats et des espèces concernés.

Ce réseau est constitué de Zones Spéciales de Conservation (ZSC) et de Zones de Protection Spéciale (ZPS).

Zones Spéciales de Conservation (ZSC)

Les ZSC sont instituées en application de la directive « Habitats » 92/43/CEE du 21 mai 1992 modifiée, concernant la conservation des habitats naturels, ainsi que de la faune et de la flore sauvages.

D'après l'article L. 414-1 du code de l'environnement, les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) sont des sites marins et terrestres à protéger comprenant :

- soit des habitats naturels menacés de disparition ou réduits à de faibles dimensions ou offrant des exemples remarquables des caractéristiques propres aux régions alpine, atlantique, continentale et méditerranéenne ;
- soit des habitats abritant des espèces de faune ou de flore sauvages rares ou vulnérables ou menacées de disparition ;
- soit des espèces de faune ou de flore sauvages dignes d'une attention particulière en raison de la spécificité de leur habitat ou des effets de leur exploitation sur leur état de conservation.

Zones de Protection Spéciale (ZPS)

Les ZPS sont instituées en application de la directive « Oiseaux » 2009/147/CE du 30 novembre 2009, concernant la conservation des oiseaux sauvages. D'après l'article L. 414-1 du code de l'environnement, les Zones de Protection Spéciale (ZPS) sont :

- soit des sites marins et terrestres particulièrement appropriés à la survie et à la reproduction des espèces d'oiseaux sauvages figurant sur une liste arrêtée dans des conditions fixées par décret en Conseil d'État ;
- soit des sites marins et terrestres qui servent d'aires de reproduction, de mue, d'hivernage ou de zones de relais, au cours de leur migration, à des espèces d'oiseaux autres que celles figurant sur la liste susmentionnée.

12.2.

DESCRIPTION DE LA MÉTHODOLOGIE

Cette étude a été réalisée conformément au code de l'environnement, et en particulier aux articles relatifs à la procédure de l'étude d'évaluation des incidences Natura 2000 (articles R. 414-19 à R. 414-29). Elle s'est également appuyée sur les principes définis par le guide édité en 2004 par le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable¹.

Elle comporte trois étapes principales :

- La présentation de l'aire d'étude et des sites Natura 2000 susceptibles d'être concernés.
- L'analyse de l'état de conservation des habitats et espèces concernés par le Projet.
- L'analyse des incidences directes et indirectes, temporaires ou permanentes du Projet sur l'état de conservation des habitats et espèces, ainsi que sa compatibilité avec les objectifs de gestion des sites Natura 2000 considérés.

Une étude d'évaluation d'incidences d'un Projet sur des sites Natura 2000 nécessite une bonne connaissance du contexte écologique local, ainsi que des habitats et espèces d'intérêt communautaire ou prioritaires recensés sur les sites Natura 2000 identifiés.

Il faut noter cependant que l'état de l'art des connaissances sur les relations « pressions/impacts » par espèce est très faible (surtout pour les rejets), et que l'analyse reste donc une description qualitative de la tendance générale sur les habitats et espèces considérés.

La présente étude repose sur les éléments suivants :

Documents relatifs à Natura 2000

- Les Formulaires Standards de Données (FSD²). Élaborés pour chaque site Natura 2000 et transmis à la Commission européenne par les États membres lors du processus de désignation d'un site, les FSD présentent les données identifiant les habitats naturels et les espèces ayant justifié la désignation des sites Natura 2000 concernés.
- Les Documents d'Objectifs (DOCOB) validés pour une partie des sites Natura 2000. Issu d'un processus de concertation, un DOCOB est à la fois un document de diagnostic (écologie, économie et activités humaines) et un document d'orientation pour la gestion d'un ou de plusieurs sites Natura 2000.
- Diagnostic écologique des sites Natura 2000 « Anse de Vauville » et « Banc et récifs de Surtainville », 2020, OFB et CRPMEMN.

¹ « Guide méthodologique pour l'évaluation des incidences des projets et programmes d'infrastructures et d'aménagement sur les sites Natura 2000 ». Application de l'article L. 414-4 du code de l'environnement (Chapitre IV, section I) Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, 2004.

² Données issues de la dernière base transmise à la Commission européenne.

- Les cahiers d'habitats Natura 2000, tomes 1 à 7. Muséum National d'Histoire Naturelle – La Documentation Française.
- L'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire, état des lieux du Muséum National d'Histoire Naturelle, 2019.

Documents sur le statut des espèces

- Les listes rouges européennes de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature), disponibles sur le site de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel).
- Les listes rouges françaises de l'UICN, disponibles sur le site de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel).
- Les listes déterminantes pour la désignation des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) alsaciennes, consultables sur le site de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel).

Études commanditées par EDF

- THEMA Environnement, 2020. Description du contexte écologique autour du CNPE de Flamanville :

Cette étude a pour objet d'avoir une vision globale des éléments de paysage, de l'occupation du sol, des espaces naturels remarquables et des fonctionnalités écologiques présents à proximité du site de Flamanville. Cette étude repose sur des éléments bibliographiques, complétés par des investigations de terrain. Cette étude est réalisée sur un périmètre de 10 kilomètres autour du site de Flamanville.

Cette étude repose sur une analyse de la bibliographie existante, notamment l'atlas des paysages de Normandie (section département de la Manche) en cours d'élaboration (AGAP Urbanisme & Paysage et Environnement & Société, 2020), et sur des reconnaissances réalisées sur le terrain (juillet et août 2020).

- THEMA Environnement, 2020. État initial faune-flore-habitats autour du CNPE de Flamanville :

Cette étude a pour objet la réalisation d'un diagnostic écologique autour du site de Flamanville, intégrant des éléments sur les habitats naturels, la faune et la flore caractéristiques des milieux ainsi que les enjeux écologiques. Cette prestation est réalisée sur un périmètre terrestre de 7^okm autour du site de Flamanville, et un périmètre un peu plus étendu au sud pour la partie marine. Cette aire d'étude correspond à la zone d'influence potentielle du site de Flamanville sur les milieux terrestres et marins. Elle représente une superficie totale de l'ordre de 150 km² (15 000 ha).

Cette étude repose dans un premier temps sur l'analyse des éléments bibliographiques suivants :

Études antérieures commanditées par EDF :

- EGIS, 2013. Description des habitats naturels et évaluation des enjeux – Site de Flamanville.
- EGIS, 2012. Description de la biologie terrestre aux environs du CNPE de Flamanville.
- THEMA Environnement, 2012. CNPE de Flamanville (50) – Refonte des clôtures de protection. Expertise faune / flore / milieux naturels.
- THEMA Environnement, 2008. Site de Flamanville - Étude d'impact avifaunistique.

Autres études et autres sources d'information :

- AFB, 2020 – Sites Natura 2000 en mer - « Banc et récifs de de Surtainville » et « Anse de Vauville », Parties 1 et 2.
- Les documents relatifs au Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) – Trame Verte et Bleue (TVB) de Normandie.
- Le Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) de la région Normandie (approuvé le 2 juillet 2020).
- Le PLAN de GEstion des POissons MIgrateurs (PLAGEPOMI) du bassin Seine-Normandie 2016-2021 et le Plan Anguille (et sa déclinaison locale sur le bassin Seine-Normandie).
- Le site web de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) : synthèse des données communales.
- La transmission de données par le Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB).
- L'atlas en ligne de la Société Herpétologique de France (SHF).
- ODIN, la plateforme régionale du Système d'Information Nature et Paysage (SINP) de Normandie.
- La base faune-normandie.org.
- L'Observatoire National des Mammifères, portail de la SFEPM et ses adhérents / observatoire-mammiferes.fr.
- La liste des espèces végétales invasives en région Normandie Conservatoires botaniques nationaux de Brest et de Bailleul actualisée en 2019 (DOUVILLE & WAYMEL, 2019).
- Les rapports du Groupe d'Étude des Cétacés du Cotentin (GECC) et les données d'échouages de l'Observatoire PELAGIS (Unité Mixte de Service 3462).
- LOUIS M., 2014. Structures sociale, écologique et génétique du Grand dauphin (*Tursiops truncatus*), dans le golfe Normand-Breton et dans l'Atlantique Nord-Est. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université de la Rochelle.

Cette étude repose également sur les données collectées lors des inventaires de terrain, réalisés durant deux campagnes spécifiques qui ont eu lieu entre juillet et août 2020 au niveau de l'aire d'étude du Projet, avec pour objectif de compléter les connaissances relatives aux habitats et aux espèces terrestres d'ores et déjà récoltées par le biais des recherches bibliographiques. Les dates, les conditions météorologiques et les compartiments visés par ces inventaires sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 12.a : Inventaires de terrain réalisés par THEMA Environnement en 2020 sur l'aire d'étude du Projet

Date des inventaires de terrain	Conditions météorologiques	Principaux compartiments visés
15, 16 et 17 juillet 2020	Ensoleillé, légère brise à bonne brise, températures comprises entre 15°C et 18°C	Habitats, flore, amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères (hors chiroptères), invertébrés
18, 19 et 20 août 2020	Ensoleillé, légère brise à bonne brise, températures comprises entre 18°C et 23°C	Habitats, flore, amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères (hors chiroptères), invertébrés

Autre étude commanditée par EDF

- SEANEO, 2020. Synthèse de la surveillance hydroécologique réalisée pour le CNPE de Flamanville – Période [2010–2019] :

Cette étude est réalisée sur la base des données recueillies lors de la surveillance hydroécologique du site de Flamanville par l'IFREMER sur la période [2010-2019].

Nota : certaines données utilisées proviennent de la bibliographie ou d'inventaires qui peuvent être réalisées en dehors de l'aire d'étude. Ces données concernent des espèces mobiles susceptibles d'être présentes ou potentiellement présentes dans l'aire d'étude. Ces données sont donc considérées comme représentatives de l'état initial de l'aire d'étude.

L'analyse des incidences du Projet sur l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire et/ou prioritaires est réalisée sur la base des conclusions de l'étude d'impact du Projet. Ces éléments sont rappelés au [Paragraphe 12.9.1](#).

12.3.

PRÉSENTATION DU PROJET

12.3.1. LOCALISATION DU SITE DE FLAMANVILLE

Le site de Flamanville est situé au bord de la Manche, au pied des falaises granitiques au nord-ouest de la presqu'île du Cotentin, dans le département de la Manche, en région Basse-Normandie. Il a été constitué par déroctage partiel de la falaise côté Est et remblaiement sur la mer côté Ouest. Il représente environ 120^{ha}, dont la moitié en emprise sur la mer.

Le site se trouve sur le territoire de la commune de Flamanville, canton des Pieux. La ville de Cherbourg est située à 21 km au Nord-Est et l'usine de La Hague est localisée à environ 16 km au Nord.

Les communes et hameaux avoisinants (dans un rayon de 5 km) sont :

- à l'est : Flamanville (1 km) ;
- à l'est/sud-est : Les Pieux (5 km) ;
- au nord-est : le port de Diélette (1 km).

La [Figure 12.a](#) illustre la localisation du site.



Figure 12.a : Localisation du site de Flamanville, rayons de 5 et 10 km, schéma de localisation en France

12.3.2. PRÉSENTATION SUCCINCTE DU SITE ET DU PROJET

Le site de Flamanville comporte le Centre Nucléaire de Production d'Électricité (CNPE) de Flamanville qui comprend deux réacteurs nucléaires de conception identique, de type à eau sous pression, d'une puissance de 1300 MWe chacune, refroidies en circuit ouvert à l'eau de mer (INB n° 108 et INB n° 109). Ces réacteurs sont installés sur une plate-forme réalisée par excavation de la falaise à 12,40 m NGF. Les matériaux extraits ont été mis en remblais en mer à l'abri de digues et prolongent la plate-forme à 12,40 m NGF.

L'altitude de la falaise est d'environ 80 m NGF.

L'ensemble des deux réacteurs existants comporte principalement :

- deux bâtiments réacteurs abritant chacun une chaudière nucléaire à eau ordinaire sous pression, à quatre boucles de refroidissement, de technique Westinghouse, dont la puissance thermique nominale garantie est de 3 817 MWth ;
- deux bâtiments combustibles ;
- deux bâtiments des auxiliaires nucléaires ;
- deux postes de transformation et d'évacuation de l'énergie ;
- deux salles des machines avec leurs postes d'eau (installations de production d'énergie électrique dont la puissance électrique est d'environ 1300 MWe) ;
- une station de déminéralisation ;
- des ouvrages d'eau (prise d'eau, canal de prise, rejet...), ainsi que des émissaires de rejet secondaires ;
- deux aires d'entreposage de déchets : l'aire TFA pour les déchets nucléaires très faiblement actifs et l'aire de transit des déchets conventionnels ;
- des locaux administratifs, ateliers, magasins, laverie... ;
- deux cheminées de ventilation rejetant les effluents radioactifs gazeux à environ 110 m NGF.

Les mises en service industrielles des deux réacteurs de la centrale nucléaire de Flamanville ont eu lieu en décembre 1985 pour le réacteur 1, et juillet 1986 pour le réacteur 2.

Le site de Flamanville comprend le **réacteur 3 de type EPR** (Evolutioned Pressurized Reactor) qui constitue une installation nucléaire de base (INB) au sens du décret n° 2007 830 du 11 mai 2007 (INB n° 167).

L'autorisation de création du réacteur 3 sur le site Flamanville a fait l'objet du décret n° 2007 534 du 10 avril 2007 modifié.

Ce décret d'autorisation modifié a été complété par des décisions ASN, notamment les décisions portant sur les prélèvements et les rejets des effluents dans l'environnement (décisions individuelles du site), celle relative à la conception et à la construction ainsi que celle relative aux essais de démarrage.

Le Projet concerne la Demande de Mise En Service (DMES) de l'INB n° 167.

La surface de l'INB du réacteur 3 est d'environ 94 600 m².

L'ensemble de l'îlot nucléaire est implanté côté Est (côté falaise) sur le rocher sain. Son bâtiment réacteur est aligné sur l'axe des bâtiments réacteurs des réacteurs 1-2.

L'EPR est un réacteur à fission à eau pressurisée d'une puissance électrique de 1735 MWe brut soit 1630 MWe net de conception franco-allemande en filiation directe avec les réacteurs français de type N4 (dernier palier français, réacteur à eau pressurisée de 1450 MWe, muni de quatre boucles) et les réacteurs allemands de type KONVOI. L'évolution du contexte international, l'internationalisation croissante des questions de sûreté et la construction européenne ont conduit au développement de ce réacteur franco-allemand.

Ce réacteur est dit de troisième génération. Il s'agit d'une voie évolutionnaire dont la conception est directement dérivée des réacteurs à eau légère et uranium légèrement enrichi aujourd'hui en exploitation. Ce choix est guidé par la volonté de bénéficier au mieux de l'ensemble du retour d'expérience acquis en matière de conception et d'exploitation.

Le réacteur EPR est composé des bâtiments suivants :

- le Bâtiment Réacteur (BR) qui abrite principalement la chaudière nucléaire ;
- les Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde (BAS) et électriques répartis selon quatre divisions contenant chacune un train de systèmes secourus avec systèmes électriques supports ;
- le Bâtiment Combustible (BK) ;
- le Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) ;
- les bâtiments des groupes électrogènes diesels ;
- la salle des machines avec le groupe turbo-alternateur, le condenseur, l'installation d'eau d'alimentation et le poste extérieur ;
- le bâtiment des systèmes électriques de l'îlot conventionnel ;
- le transformateur principal et la plate-forme d'évacuation d'énergie ;
- la station de pompage (située dans le prolongement des stations de pompage des réacteurs 1 et 2) ;
- le Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE) ;
- la tour d'accès ;
- le Pôle Opérationnel d'Exploitation (POE) ;
- des bâtiments de site.



Figure 12.b : Vue aérienne du site de Flamanville – De gauche à droite :
réacteur 3, réacteur 2, réacteur 1

12.4. INTERACTIONS DU PROJET AVEC L'ENVIRONNEMENT

Les interactions du Projet avec l'environnement susceptibles de concerner les sites Natura 2000 sont les suivantes :

- les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère ;
- les rejets radioactifs, thermiques et chimiques liquides ;
- les prélèvements d'eau douce continentale ;
- les prélèvements d'eau de mer ;
- Les opérations de dragage du canal d'aménagé et la restitution de sédiments en mer ;
- les émissions lumineuses, sonores et vibratoires.

Ces interactions sont détaillées au [Paragraphe 12.5](#) suivant.

12.5.

DÉFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE

12.5.1. INFLUENCE POTENTIELLE SUR LE MILIEU CONTINENTAL

12.5.1.1. REJETS RADIOACTIFS À L'ATMOSPHÈRE

L'énergie produite par un réacteur nucléaire provient de la fission nucléaire. Lors de cette réaction, les atomes lourds du combustible nucléaire se scindent en de nouveaux nucléides plus légers. Cette réaction libère une grande quantité d'énergie et s'accompagne de l'émission de neutrons de fission pouvant entraîner la formation de substances radioactives (radionucléides). Le réacteur est donc le siège de la formation de radionucléides dont une infime partie se retrouve dans les effluents gazeux (et/ou liquides).

Parmi les substances radioactives susceptibles d'être présentes dans les effluents, se trouvent :

- Les produits créés dans le combustible par fission des atomes d'uranium ou de plutonium. Les radionucléides dits Produits de Fission (PF), tels que les iodes 131 et 133, les césiums 134 et 137, le krypton 85, le tritium, le carbone 14, le strontium 90 restent en quasi-totalité confinés dans le combustible. Ils peuvent toutefois migrer dans l'eau du circuit primaire, en cas d'inétanchéité du gainage du combustible, et donc se retrouver dans les effluents.
- Les produits créés à l'extérieur du combustible par l'action des neutrons de fission sur les structures en acier du réacteur (cuve, tuyauteries, grappes de commandes ou sources de neutrons) ainsi que sur les éléments chimiques contenus dans l'eau du circuit primaire, tels que le bore et le lithium. On les appelle les Produits d'Activation (PA) dont les principaux sont les cobalts 58 et 60, le manganèse 54, l'antimoine 124, l'argent 110m mais aussi le tritium et le carbone 14.
- Les actinides formés dans le combustible par capture de neutrons (américium 241, curium 242, plutonium 239...). Ces radionucléides se caractérisent par l'émission d'un rayonnement alpha. Comme les produits de fission, les actinides restent confinés en quasi-totalité dans le combustible.

Dans le cadre du Projet, les interactions de Projet avec l'environnement peuvent être liées aux **rejets radioactifs à l'atmosphère**.

Une caractérisation radiologique de ces émissions est également réalisée dans le cadre de l'acquisition de mesures en continu via un réseau de balises « 5 km ». La station de mesure la plus éloignée de ce réseau, considérée comme enveloppe des rejets à l'atmosphère pour détecter une variation de radioactivité par rapport au bruit de fond ambiant, se situe à environ 7 km au sud-est du site de Flamanville.

La zone couverte par le réseau de balises « 5 km » définie par un rayon de 7 km centré sur le site de Flamanville, est considérée comme enveloppe de la zone d'influence potentielle des rejets radioactifs à l'atmosphère (Cf. [Figure 12.d](#)).

12.5.1.2. REJETS CHIMIQUES À L'ATMOSPHÈRE

Dans le cadre du Projet, les interactions du Projet avec l'environnement peuvent être liées aux **rejets chimiques à l'atmosphère**. Les rejets d'effluents chimiques à l'atmosphère du site de Flamanville sont principalement constitués des gaz d'échappement (oxydes de soufre et d'azote) des groupes électrogènes de secours pendant les essais périodiques, des émanations de formol et de monoxyde de carbone des calorifuges neufs et des rejets d'ammoniac lors des phases de redémarrages de réacteur.

Du fait de la faible intensité de ces rejets, la zone d'influence potentielle pour les rejets radioactifs à l'atmosphère est considérée comme enveloppe de celle des rejets chimiques à l'atmosphère (cercle de 7 km, Cf. [Figure 12.d](#)).

12.5.1.3. ÉMISSIONS LUMINEUSES, SONORES ET VIBRATOIRES

Émissions lumineuses

L'éclairage utilisé sur le site de Flamanville a pour objectif de permettre le travail en toute sécurité, de faciliter la circulation sur le site, de permettre la surveillance du site contre les actes de malveillance et de signaler le point haut des installations à la circulation aérienne.

Les émissions lumineuses sont limitées au minimum nécessaire à la sécurité du site. Les projecteurs sont majoritairement orientés vers le sol. L'implantation en pieds de falaise du site de Flamanville permet de réduire l'impact lumineux du site à proximité immédiate de celui-ci.

Émissions sonores

Le bruit des Installations Nucléaires de Base (INB) est réglementé. Toute INB doit être conforme aux dispositions fixées par l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB qui vise l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), sauf disposition contraire fixée par décision de l'ASN.

L'implantation en pieds de falaise du site de Flamanville permet de réduire l'impact sonore du site à proximité immédiate de celui-ci.

Émissions vibratoires

Le site de Flamanville est susceptible de générer des vibrations liées à ses activités industrielles (machines tournantes, engins de chantier, transports...). Celles-ci sont ressenties à l'intérieur des installations et ne le sont pas à l'extérieur sur le site du fait de la conception des bâtiments et de la constitution des sols.

La zone d'influence potentielle des émissions lumineuses, sonores et vibratoires est considérée comme limitée à proximité immédiate autour du Projet. La zone d'influence potentielle des rejets radioactifs à l'atmosphère sur le milieu terrestre est considérée comme enveloppe de celles des émissions lumineuses, sonores et vibratoires (cercle de 7 km, Cf. [Figure 12.d](#)).

12.5.1.4. PRÉLÈVEMENTS D'EAU DOUCE CONTINENTALE

Le site de Flamanville prélève de l'eau douce continentale dans les trois rivières côtières que sont le Petit Douet, le Grand Douet et la Diélette.

Ces prélèvements sont utilisés pour la production d'eau déminéralisée pour les circuits primaire et secondaires ainsi que pour l'alimentation en eau du réseau de lutte contre l'incendie du site, et pour divers usages industriels.

Ils sont effectués au moyen de deux ouvrages communs à l'ensemble des trois réacteurs.

Deux stations de pompage permettent de subvenir aux besoins du site à partir des eaux douces superficielles :

- Une station sur le Petit Douet.
- Une station sur la Diélette, (en cas d'indisponibilité de la station de pompage de Siouville).

Une dérivation est pratiquée entre le Grand Douet et le Petit Douet.

Les stations de prélèvements sont localisées respectivement sur les communes de Tréauville, Siouville-Hague et Héauville, à moins de 1 km des embouchures comme présenté sur la [Figure 12.c](#) suivante.

Au vu de ces divers éléments, la zone d'influence potentielle du Projet sur le milieu aquatique continental, est considérée comme limitée au niveau des cours d'eau, à la portion située entre les stations de prélèvements et leurs embouchures. Cette zone d'influence potentielle est comprise dans la zone d'influence potentielle du Projet sur le milieu continental, définie de manière enveloppe par un cercle de 7 km de rayon centré sur le site de Flamanville (Cf. [Figure 12.d](#)).

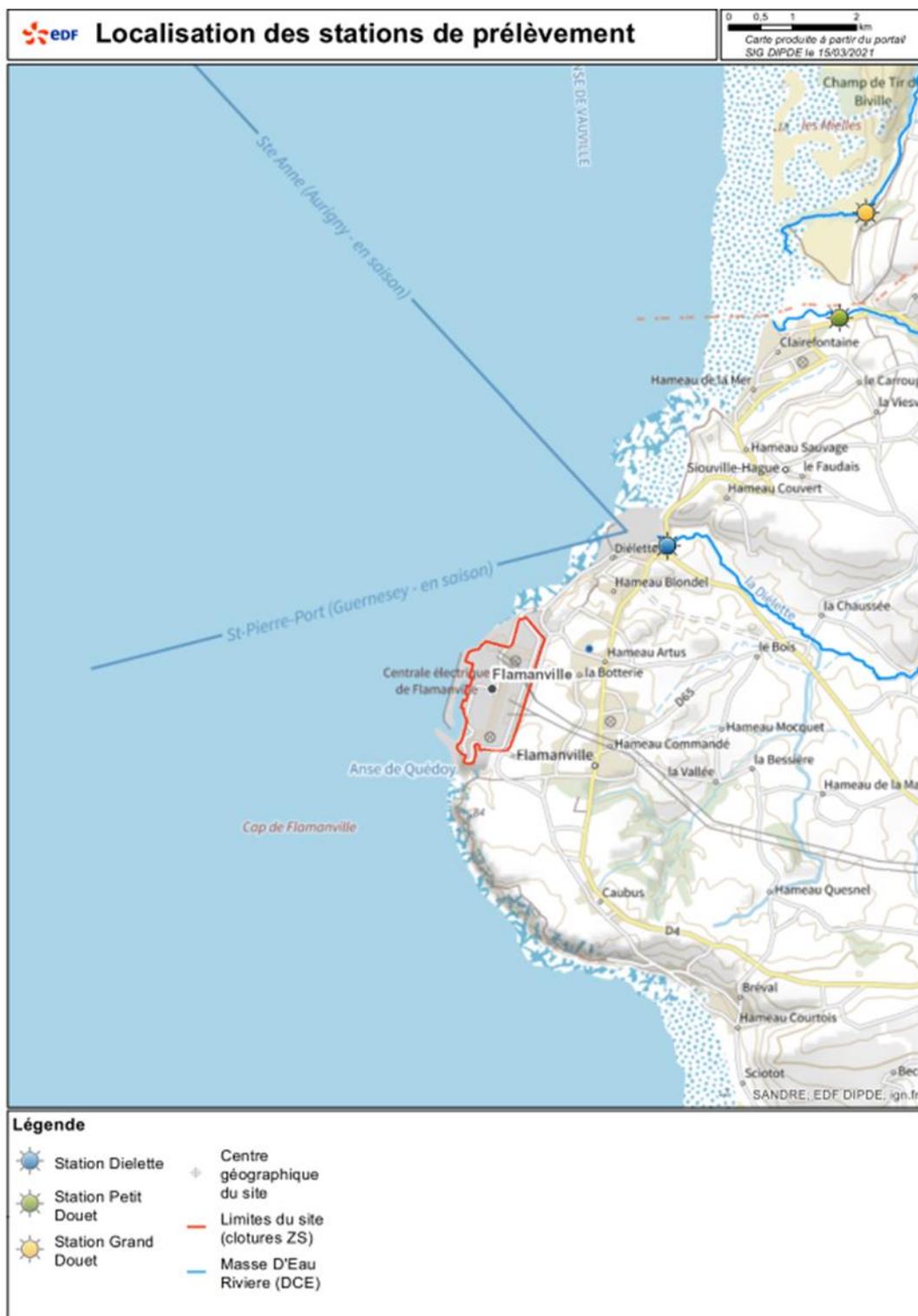


Figure 12.c : Localisation des stations de prélèvement d'eau douce continentale

12.5.1.5. ZONE D'INFLUENCE POTENTIELLE DU PROJET SUR LE MILIEU CONTINENTAL

Au vu de l'analyse des différents paramètres décrits précédemment, la zone d'influence potentielle du Projet sur le milieu continental est définie de manière enveloppe par un cercle de 7 km de rayon centré sur le site de Flamanville. Cette zone d'influence potentielle est présentée sur la [Figure 12.d](#) suivante.

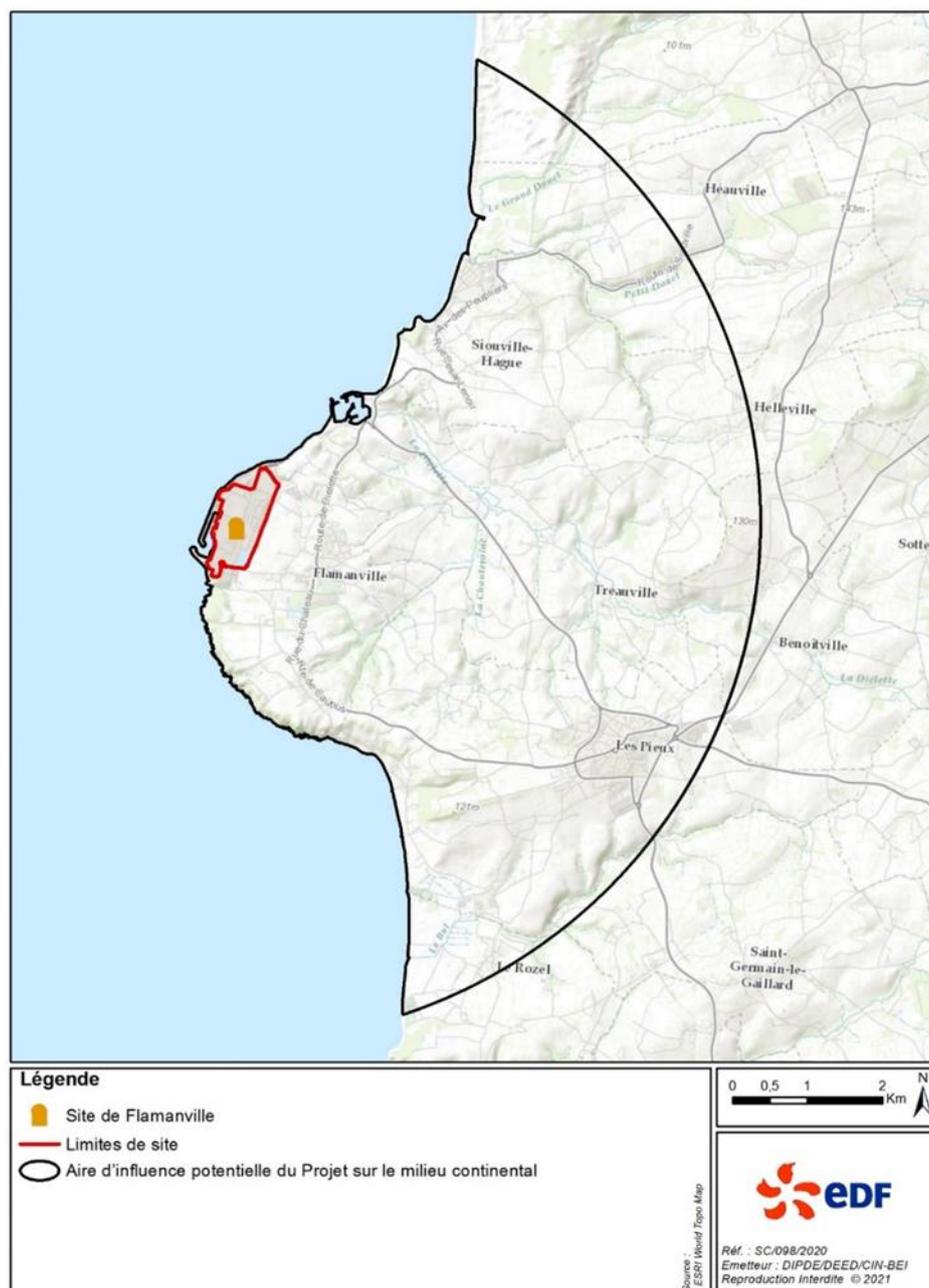


Figure 12.d : Zone d'influence potentielle du Projet sur le milieu continental

12.5.2. INFLUENCE POTENTIELLE SUR LE MILIEU MARIN

12.5.2.1. PRÉLÈVEMENTS D'EAU DE MER

Des prélèvements de l'eau dans le milieu marin sont réalisés pour l'alimentation des circuits de réfrigération des chaudières nucléaires du site de Flamanville (réacteurs 1, 2 et 3), et pour l'alimentation en eau déminéralisée du circuit primaire, du circuit secondaire et du circuit incendie du Projet.

Chaque réacteur dispose de sa propre station de pompage. L'eau de mer est pompée dans le canal d'amenée commun aux trois réacteurs.

L'essentiel des volumes d'eau prélevés dans la mer est utilisé pour le refroidissement des condenseurs des turbines à vapeur. L'intégralité de l'eau de mer pompée est restituée en mer.

La localisation des ouvrages de prise d'eau est précisée sur la [Figure 12.e](#) suivante.

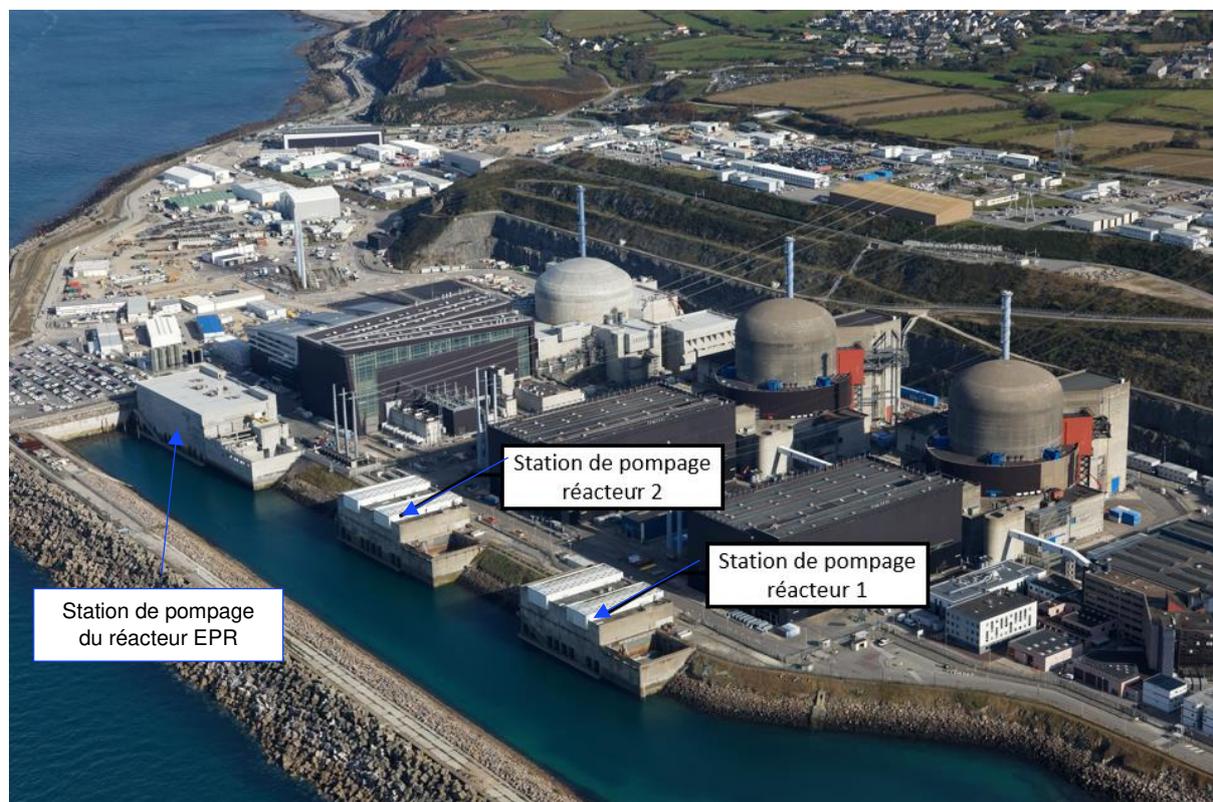


Figure 12.e : Stations de pompage des réacteurs 1-2 et EPR – Vue panoramique

Du fait de la localisation des prélèvements et du fort hydrodynamisme aux environs du site de Flamanville, la zone d'influence des prélèvements d'eau de mer est limitée au canal d'amenée du site de Flamanville ainsi qu'à la zone située à proximité immédiate de l'entrée du canal d'amené.

12.5.2.2. REJETS THERMIQUES, CHIMIQUES ET RADIOACTIFS LIQUIDES EN MER

Rejets thermiques liquides

Dans une centrale nucléaire, le fluide « eau-vapeur » du circuit secondaire suit un cycle thermodynamique dit cycle de Carnot. Au cours du cycle, le fluide « eau-vapeur » échange de l'énergie thermique avec la source « chaude » constituée de l'eau du circuit primaire et avec la source « froide » assurée par l'eau du circuit de refroidissement du condenseur.

Le refroidissement des condenseurs du site de Flamanville (réacteurs 1, 2 et 3) est effectué en circuit de type « ouvert » c'est-à-dire que la source froide est apportée directement par la mer.

Les eaux de refroidissement prélevées « froides » pour les trois réacteurs du site sont intégralement rejetées à la mer après circulation dans les condenseurs où elles se sont échauffées.

Rejets chimiques liquides

Le fonctionnement du site de Flamanville nécessite l'utilisation de substances chimiques ce qui peut donner lieu à des rejets d'effluents chimiques par voie liquide dans l'environnement et, dans une moindre mesure, à des rejets par voie atmosphérique.

Chaque substance chimique ajoutée assure une fonction bien précise tant en phase d'exploitation (par exemple : conditionnement chimique pour le contrôle de la réaction nucléaire, conditionnement chimique pour la protection des circuits contre la corrosion, réactifs pour la production d'eau déminéralisée), que lors des opérations de maintenance (conditionnement chimique des générateurs de vapeur pour lutter contre la corrosion).

Rejets radioactifs liquides

Comme décrit au [Paragraphe 12.5.1.1](#), une partie des radioéléments issus du fonctionnement des réacteurs se retrouvent dans les effluents liquides et sont rejetés.

Les principales catégories de radionucléides concernés par les rejets liquides sont :

- Carbone 14 (produit d'activation).
- Tritium (produit d'activation).
- Les iodes (isotopes de l'iode qui sont des produits de fission pouvant migrer hors de la gaine du combustible et se retrouver dans les effluents).
- Les autres produits de fission ou d'activations, émetteurs bêta ou gamma.

Les rejets thermiques, chimiques et radioactifs liquides du site de Flamanville se font en mer par l'intermédiaire de galeries souterraines. L'ouvrage de rejet du réacteur EPR est situé à 160 m au nord-nord-ouest du point de rejet du réacteur 2, à une distance de l'ordre de 600 m au large du site de Flamanville.

Pour évaluer la zone d'influence potentielle des rejets liquides du site, on se base sur la modélisation du panache thermique qui permet de déterminer les coefficients de dilution des rejets liquides thermiques qui sont considérés comme représentatifs de la dilution de l'ensemble des rejets liquides chimiques et radiologiques.

Il est pris comme hypothèse que la zone d'influence potentielle des rejets liquides correspond à l'enveloppe des surfaces sur lesquelles l'élévation de température maximale dépasse 1°C.

EDF R&D a réalisé une modélisation 3D du panache thermique. Les résultats obtenus ont permis de calculer les surfaces d'échauffement maximales supérieures à 1°C intégrées sur l'ensemble de la marée pour un fonctionnement normal à pleine puissance des trois réacteurs (1, 2 et EPR).

Cette modélisation permet donc de déterminer la zone d'influence des rejets liquides en mer. Dans le cas présent, il a été choisi de se baser sur les surfaces d'échauffement maximum supérieur à 1°C calculées pour deux cycles de marées : morte-eau 45 et vive-eau 95. Cette situation est considérée comme représentative des conditions rencontrées les plus fréquentes (marées moyennes).

Par ailleurs, l'IFREMER réalise annuellement pour le site de Flamanville les suivis réglementaires du programme de surveillance hydroécologique. Cette surveillance permet d'étudier les évolutions spatiales et temporelles des paramètres biotiques et abiotiques de la Manche à proximité du site de Flamanville, et de déterminer dans quelle mesure elles peuvent être liées au fonctionnement du site.

Ce suivi est réalisé au niveau de plusieurs stations, situées à l'intérieur ou à l'extérieur de la zone d'influence potentielle des rejets liquides du site. Le positionnement des stations est présenté dans la [Figure 12.g](#). Les stations situées hors influence potentielle des rejets liquides du site et les plus éloignées du barycentre du site sont la station « Référence » et le « Point 3 » pour le domaine halieutique ainsi que les sites de pêches expérimentales « Filière 11 » et « Filière 6 ».

L'analyse des résultats de la surveillance de l'environnement aquatique marin montre qu'il n'y a pas d'évolution du milieu marin et de la qualité écologique du milieu qui serait imputable au fonctionnement du site de Flamanville.

Aussi, compte-tenu de ces éléments et afin d'être enveloppe de l'ensemble des interactions du site avec l'environnement marin, la zone d'étude retenue pour l'étude de l'influence potentielle des rejets liquides thermiques, chimiques et radioactifs réalisés en mer correspond à la superposition :

- de la zone d'échauffement maximum supérieur à 1°C définie ci-dessus,
- de la zone qui englobe l'ensemble des stations de surveillance hydroécologique du site de Flamanville.

Cette zone d'étude est présentée sur la [Figure 12.f](#).

12.5.2.3. OPÉRATIONS DE DRAGAGE ET DE RESTITUTION DES SÉDIMENTS

Le site de Flamanville connaît, depuis sa mise en service, un ensablement de son canal d'amenée principal qui nécessite le dragage des sédiments afin d'assurer en permanence la disponibilité de la source froide.

Des levés bathymétriques sont effectués deux fois par an afin de surveiller l'évolution des fonds et de programmer les opérations de dragage des sédiments accumulés.

Deux solutions sont utilisées pour le retrait des sédiments présents dans le canal d'amenée du site :

- utilisation d'une drague aspiratrice et rejet en mer des sédiments via les canalisations sous-marines ;
- dragage hydraulique ou mécanique et évacuation en mer des sédiments par transport maritime vers les sites d'immersion (clapage).

Deux sites d'immersion des sédiments sont prédéfinis (deux zones situées au large à l'ouest du site de Flamanville). Le dépôt de ces sédiments clapés est localisé au niveau de ces points présentés sur la [Figure 12.f](#).

Concernant les opérations de dragage, elles sont réalisées dans le canal et n'ont pas d'influence potentielle au-delà de ce canal d'amené.

La zone d'influence potentielle sur le milieu marin des opérations de dragage et des rejets de sédiments via les canalisations de rejet est inscrite dans la zone d'influence potentielle des rejets liquides du Projet. La zone d'influence potentielle sur le milieu marin des opérations de clapage des sédiments correspond à deux cercles de 500 m de rayon situés au large du site de Flamanville (Cf. [Figure 12.f](#)).

12.5.2.4. ZONE D'INFLUENCE POTENTIELLE DU PROJET SUR LE MILIEU MARIN

Au vu de ces éléments, la zone d'influence potentielle du Projet sur le milieu marin correspond à la zone d'influence potentielle des rejets liquides en mer et à la zone d'influence potentielle du clapage des sédiments en mer. Cette zone d'influence potentielle est définie sur la [Figure 12.f](#).

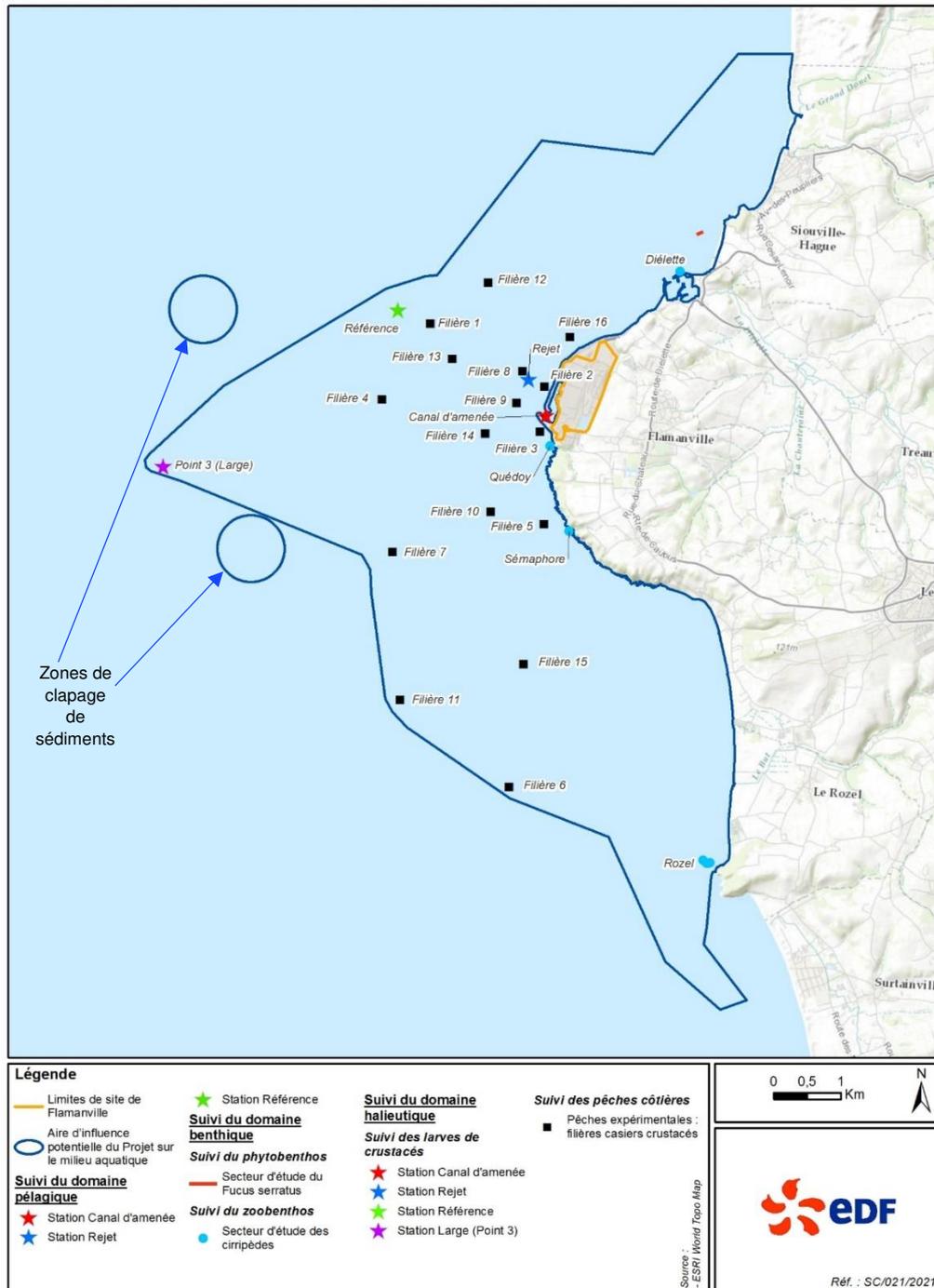


Figure 12.f : Zone d'influence potentielle du Projet sur le milieu marin

12.5.3. AIRE D'ÉTUDE

Comme présenté dans les paragraphes précédents, le Projet est à l'origine de plusieurs types d'interactions avec l'environnement :

- **des interactions avec le milieu continental**, occasionnées par les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère, par les prélèvements d'eau douce continentales, par les émissions sonores, vibratoires et les émissions lumineuses ;
- **des interactions avec le milieu marin**, occasionnées par les rejets radioactifs, thermiques et chimiques liquides, ainsi que par les prélèvements d'eau de mer et les opérations de dragage et de rejet de sédiments.

L'aire d'étude de l'évaluation des incidences au titre de Natura 2000 réalisée dans le cadre du présent Projet correspond à la superposition des zones d'influences potentielles du Projet sur le milieu continental et le milieu marin.

Au vu de l'analyse des différents paramètres décrits ci-dessus, l'aire d'étude est définie de manière enveloppe sur la [Figure 12.g](#).

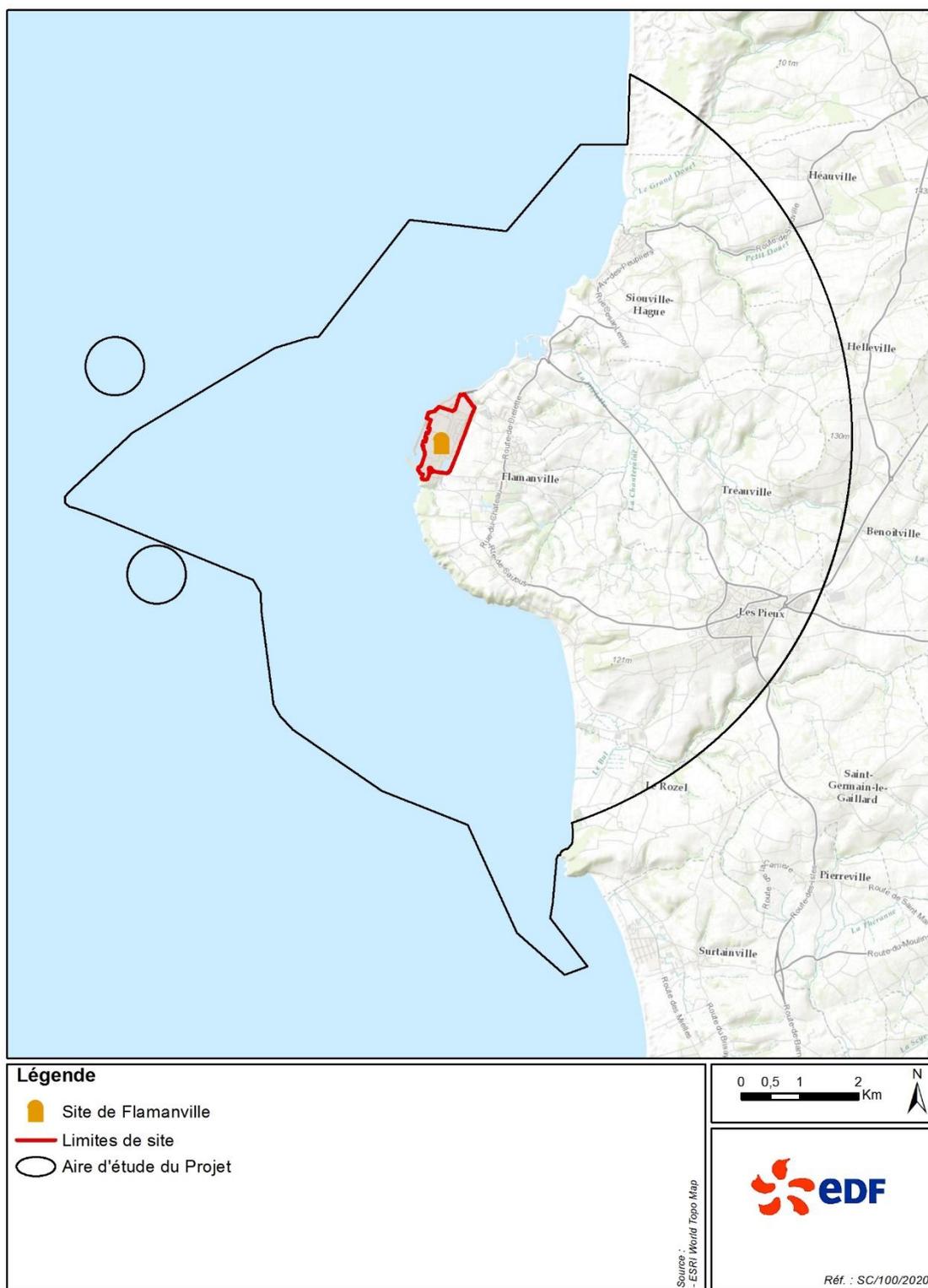


Figure 12.g : Aire d'étude du Projet

12.6.

PRÉSENTATION DES SITES NATURA 2000 SUSCEPTIBLES D'ÊTRE CONCERNÉS PAR LE PROJET

Quatre sites appartenant au réseau Natura 2000 sont compris en tout ou partie dans l'aire d'étude du Projet et sont donc susceptibles d'être concernés par les interactions du Projet avec l'environnement (Cf. [Figure 12.h](#) et [Figure 12.i](#)).

Le [Tableau 12.b](#) présente les informations relatives à ces sites Natura 2000.

Tableau 12.b : Sites Natura 2000 concernés par le Projet

Type de zones	Nom	Numéro / Référence	Arrêté de désignation du site	Mise à jour du Formulaire Standard de Données (FSD)	DOCUMENT d'OBJECTIFS (DOCOB)	Distance par rapport au Projet
Zone Spéciale de Conservation (ZSC)	Anse de Vauville	FR2502019	01/10/2014	16/12/2019	En cours d'élaboration	1,4 km
Zone Spéciale de Conservation (ZSC)	Massif dunaire de Héauville à Vauville	FR2500083	18/03/2015	16/07/2019	02/2001	4,7 km
Zone Spéciale de Conservation (ZSC)	Banc et récifs de Surtainville	FR2502018	01/10/2014	04/12/2019	En cours d'élaboration	6,1 km
Zone de Protection Spéciale (ZPS)	Landes et dunes de La Hague	FR2512002	08/03/2006	/	En cours d'élaboration	4,7 km

Source : Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN), mars 2021.

À noter que la ZSC « Littoral Ouest du Cotentin de Saint-Germain-sur-Ay au Rozel » est située en dehors de l'aire d'étude du Projet. Elle figure sur la [Figure 12.h](#) mais n'est pas étudiée plus spécifiquement.

Tableau 12.c : Site Natura 2000 recensé à proximité de l'aire d'étude du Projet

Type de zones	Nom	Numéro / Référence	Arrêté de désignation du site	Mise à jour du Formulaire Standard de Données (FSD)	DOCUMENT d'Objectifs (DOCOB)	Distance par rapport au Projet
Zone Spéciale de Conservation (ZSC)	Littoral Ouest du Cotentin de Saint-Germain-sur-Ay au Rozel	FR2500082	01/10/2014	16/07/2019	01/2001	7,1 km au sud-est

Source : INPN, mars 2021.

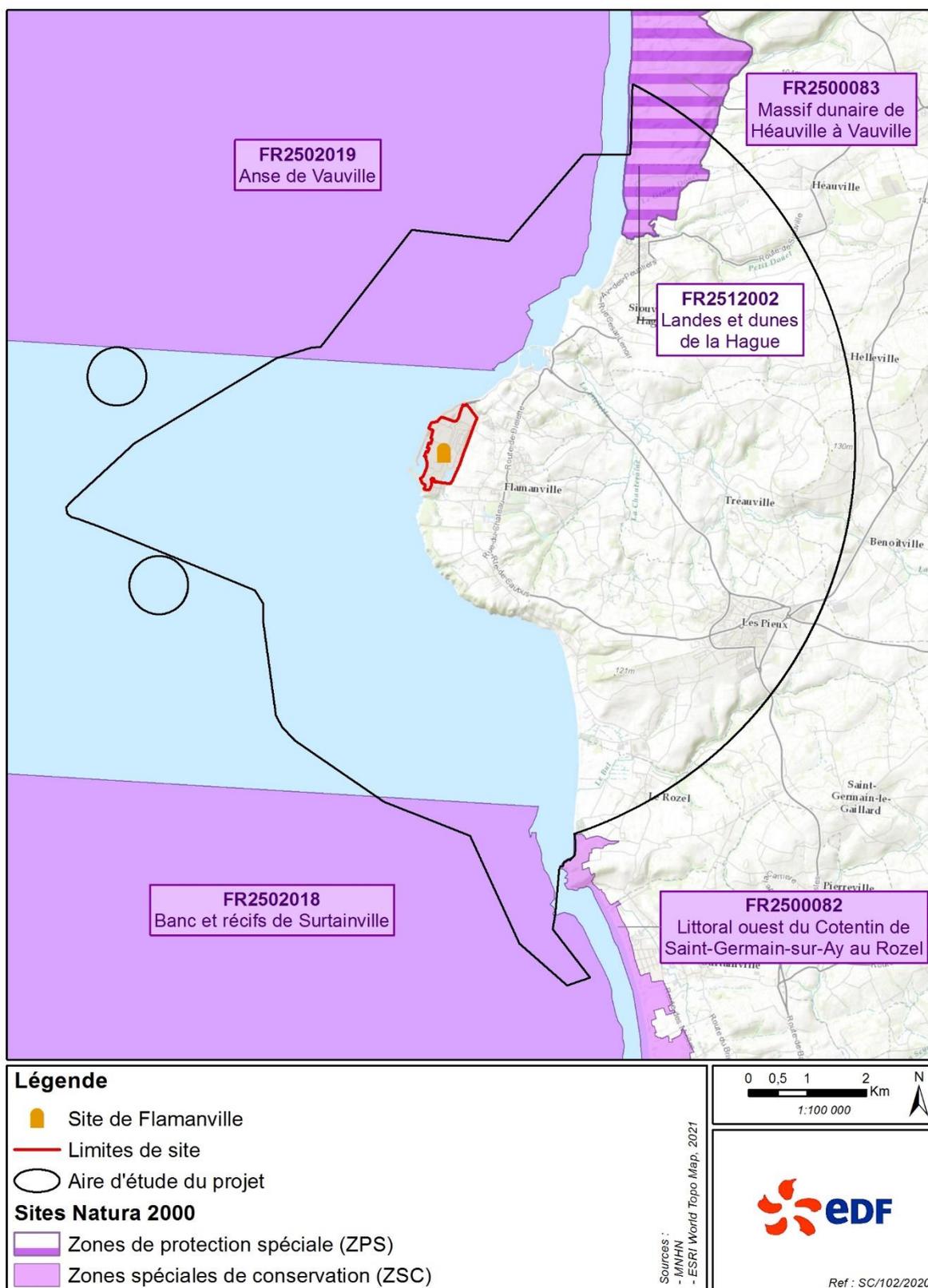


Figure 12.h : Localisation des sites Natura 2000 autour du site de Flamanville – Échelle 1/100 000

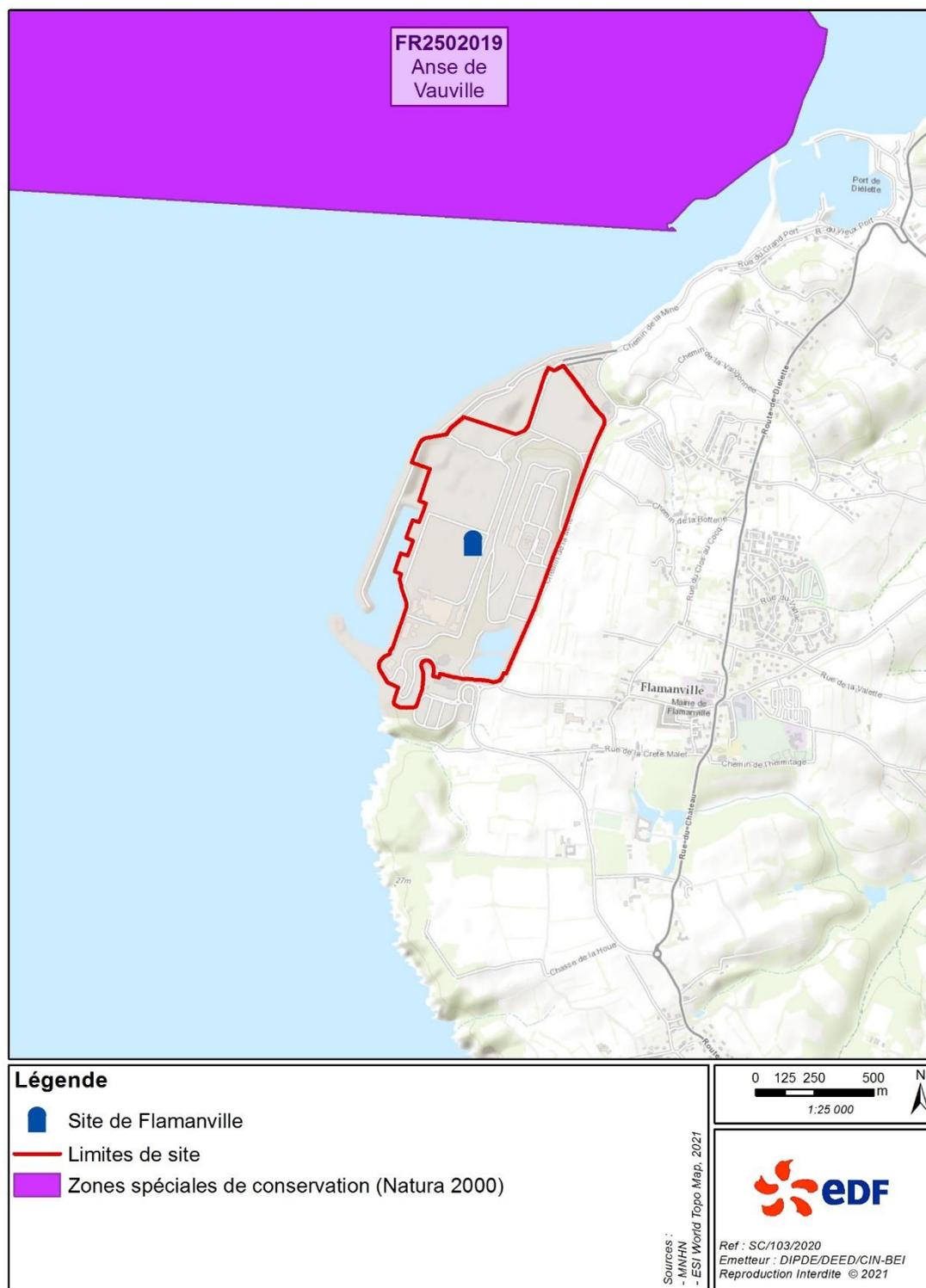


Figure 12.i : Localisation du site Natura 2000 identifié à proximité du site de Flamanville –
Échelle 1/25 000

12.6.1. DESCRIPTION DES SITES NATURA 2000 CONCERNÉS PAR LE PROJET

Ce paragraphe décrit de manière succincte les quatre sites Natura 2000 potentiellement concernés par le Projet :

- **ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville »**

Le site « Anse de Vauville » est principalement ciblé pour l'habitat d'intérêt communautaire « Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine » (1110).

Ces bancs sableux submergés, essentiellement siliceux, en linéaire de l'avant-plage, forment le prolongement sous-marin des estrans sableux et des massifs dunaires côtiers de cette partie du littoral Ouest du Cotentin.

L'influence hydrodynamique des houles et des courants de marée est majeure. Les accumulations sous-marines de sables peuvent prendre l'aspect de véritables dunes, dites dunes hydrauliques, souvent composées de sables coquilliers. Bien que relativement pauvres sur le plan biologique en termes de diversité, elles hébergent des espèces typiquement inféodées à ce type de formation, qui sont souvent abondamment représentées.

L'habitat d'intérêt communautaire « Récifs » (1170) est également présent sur l'espace marin du site et offre une stratification variée de communautés algales et animales, en fonction de la profondeur et des conditions hydrodynamiques. De ce fait, il présente souvent une grande biodiversité et participe à la richesse du site.

La proximité de zones de repos de Phoques gris (*Halichoerus grypus*) au niveau des Ecréhous (Iles anglo-normandes) permet d'expliquer la présence de cette espèce sur le site. Le site est possiblement utilisé comme zone d'alimentation.

La fréquentation très régulière de Grands Dauphins (*Tursiops truncatus*) est observée grâce à des suivis. Le site fait partie du golfe Normano-breton qui constitue l'aire de répartition de la population côtière résidente de Grands Dauphins (*Tursiops truncatus*) de l'Ouest Cotentin, estimée de 150 à 250 individus.

Le suivi par balises GSM et Argos d'individus de Phoque veau-marin (*Phoca vitulina*) permet d'attester de l'utilisation du site comme zone de passage.

- **ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville »**

Offrant un paysage de grande qualité, ce site correspond à un vaste et puissant massif dunaire édifié au quaternaire et constituant un des plus beaux exemples français de dunes en barkhanes. Cet ensemble écologique homogène regroupe la succession végétale caractéristique complète des dunes atlantiques (haut de plage, dunes embryonnaires, mobiles et fixées, pannes et mares permanentes dunaires liées à la présence d'une lentille souterraine d'eau douce particulièrement importante, fruticées et landes) générant des formations végétales très diversifiées (thermophiles, hygrophiles et aquatiques) et d'un grand intérêt patrimonial. La part de DPM³ représente environ 7 % de la superficie du site.

³ Le Domaine Public Maritime (DPM) est constitué, pour l'essentiel, des terrains historiquement recouverts par la mer mais dont elle s'est retirée, ainsi que ceux encore immergés compris entre le rivage de la mer et la limite des eaux territoriales.

A cette diversité de milieux (identifiés au titre de l'annexe I de la directive « Habitat »), est associée une grande présence d'espèces protégées. Outre le Triton crêté (*Triturus cristatus*) cité à l'annexe II de la directive « Habitats », il faut noter la présence de tous les amphibiens connus de Basse-normandie, ainsi qu'une grande variété d'oiseaux essentiellement sur la Réserve Naturelle de Vauville (116 espèces sédentaires ou de passage) avec en particulier le Fuligule morillon (*Aythya fuligula*), le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) et le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrius*). La présence d'espèces végétales protégées confirme la valeur patrimoniale du site ; au plan régional comme l'Asperge prostrée (*Asparagus officinalis* ssp. *prostratus*), la Laïche ponctuée (*Carex punctata*), la Germandrée des marais (*Teucrium scordium* ssp. *scordioides*), la Véronique en épi (*Veronica spicata*), et au plan national comme l'Oeillet de France (*Dianthus gallicus*), la Litorelle à une fleur (*Littorella uniflora*), la Pyrole à feuilles rondes (*Pyrola rotundifolia*).

- **ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville »**

Le site « Banc et récifs de Surtainville » est principalement ciblé pour l'habitat d'intérêt communautaire « Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine » (1110).

Ces bancs sableux submergés, essentiellement siliceux, en linéaire de l'avant-plage, forment le prolongement sous-marin des estrans sableux et des massifs dunaires côtiers de cette partie du littoral Ouest du Cotentin.

L'influence hydrodynamique des houles et des courants de marée est majeure. Les accumulations sous-marines de sables peuvent prendre l'aspect de véritables dunes, dites dunes hydrauliques, souvent composées de sables coquilliers. Bien que relativement pauvres sur le plan biologique en termes de diversité, elles hébergent des espèces typiquement inféodées à ce type de formation, qui sont souvent abondamment représentées.

L'habitat d'intérêt communautaire « Récifs » (1170) est également présent sur l'espace marin du site et offre une stratification variée de communautés algales et animales, en fonction de la profondeur et des conditions hydrodynamiques. De ce fait, il présente souvent une grande biodiversité et participe à la richesse du site.

La proximité de zones de repos de Phoques gris (*Halichoerus grypus*) au niveau des Ecréhous (Iles anglo-normandes) permet d'expliquer la présence de cette espèce sur le site. Ce site est également potentiellement utilisé comme zone d'alimentation.

Des suivis ont montré que le Grand Dauphin (*Tursiops truncatus*) fréquentait régulièrement la zone sélectionnée. En fait, il s'agit d'une population résidente (150-250 individus) présente dans l'Ouest Cotentin et qui fréquente de manière privilégiée l'ensemble du golfe Normano-breton.

- **ZPS n° FR2512002 « Landes et dunes de La Hague »**

La presqu'île de La Hague est composée d'une grande variété de milieux : falaises, îlots rocheux, landes atlantiques et pelouses silicicoles, landes tourbeuses et bois, massifs dunaires et plages de sables et galets, marais arrière-littoraux, vallons et ruisseaux.

Cette mosaïque génère une avifaune très riche et diversifiée. Une vingtaine d'espèces de l'annexe I de la directive « Oiseaux » sont concernées, dont en période de reproduction : le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), le Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*), le Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrius*), l'Engoulevent d'Europe (*Caprimulgus europaeus*) et la Fauvette pitchou (*Sylvia undata*).

12.6.2. PRÉSENTATION DES HABITATS ET DES ESPÈCES DES SITES NATURA 2000 CONCERNÉS PAR LE PROJET

Les espèces et habitats recensés sont ceux ayant justifié la désignation des sites cités dans le Formulaire Standard de Données (FSD) transmis à la Commission Européenne et consultables sur le site de l'INPN et ceux étudiés dans le cadre des DOCUMENTS d'OBJECTIFS (DOCOB).

Pour rappel, un habitat, au sens de la directive Européenne « Habitats », est un ensemble indissociable comprenant :

- une faune, avec des espèces ayant tout ou partie de leurs diverses activités vitales sur l'espace considéré ;
- une végétation ;
- des conditions externes (conditions climatiques, géologiques et hydrauliques).

Un habitat ne se réduit donc pas uniquement à la végétation. On distingue :

- l'habitat naturel : milieu naturel ou semi-naturel, aux caractéristiques biogéographiques et géologiques particulières et uniques, dans lequel vit une espèce ou un groupe d'espèces animales et végétales ;
- l'habitat d'espèce : milieu où vit l'espèce considérée, au moins à l'un des stades de son cycle biologique.

Les habitats et espèces d'intérêt communautaire sont les habitats et espèces considérés comme patrimoniaux au sens de la directive 92/43/CEE dite directive « Habitats ». Certains d'entre eux sont dits prioritaires, c'est-à-dire qu'ils sont identifiés comme en danger de disparition. Pour ces habitats et ces espèces, l'Union Européenne porte une responsabilité particulière compte-tenu de l'importance de la part de leur aire de répartition naturelle comprise dans le territoire européen des États membres où la directive « Habitat » s'applique. Ces habitats et espèces doivent alors faire l'objet de mesures urgentes de gestion conservatoire.

Abréviations des tableaux

- Intérêt : certains habitats et espèces sont dits prioritaires du fait de leur état de conservation très préoccupant à l'échelle européenne. L'effort de conservation et de protection de ces habitats et espèces doit donc être particulièrement important de la part des États membres. Les habitats et espèces prioritaires figurent en gras dans les tableaux :
 - i.c. = intérêt communautaire,
 - p = prioritaire.
- Évaluation globale : l'Évaluation Globale (EG) fournie par le FSD permet de déterminer l'état de conservation de l'habitat où à trait l'évaluation globale de la valeur du site en question pour l'espèce concernée :
 - A = « Excellente ».
 - B = « Bonne ».
 - C = « Significative ».

Dans la pratique, un bon état de conservation correspond à un fonctionnement équilibré des espèces et des milieux vis-à-vis de leurs caractéristiques naturelles et de leurs liens avec les activités humaines. Pour les espèces, cette valeur globale peut être évaluée sur la base du « meilleur jugement des experts ».

- **Statut** : on distingue plusieurs statuts pour les espèces, selon le type de fréquentation du site :
 - P ou R : espèce résidente (sédentaire), l'espèce est présente toute l'année sur le site.
 - R ou N°: reproduction (migratrice), l'espèce utilise le site pour élever les jeunes.
 - C ou M°: concentration (migratrice), l'espèce utilise le site comme étape au cours de sa migration.
 - W ou H°: hivernage (migratrice), l'espèce utilise le site pendant l'hiver.
 - **Superficie relative** : la Superficie Relative correspond à la surface occupée par l'habitat dans le site par rapport à la surface totale couverte par ce type d'habitat sur le territoire national de l'état auquel appartient le site Natura 2000.
 - **Population relative** : la population relative (POP) correspond à l'effectif de l'espèce sur le site Natura 2000 par rapport à l'effectif total sur le territoire national. La population relative indique donc l'importance du site pour une espèce, par rapport aux populations présentes dans l'État membre.
- On distingue ainsi :
- A : site remarquable pour cette espèce (15 à 100 %).
 - B : site très important pour cette espèce (2 à 15 %).
 - C : site important pour cette espèce (inférieur à 2 %).
 - D : espèce présente mais non significative.

12.6.2.1. HABITATS NATURELS DES SITES NATURA 2000 CONCERNÉS

12.6.2.1.1. Habitats naturels de la ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville »

Les habitats d'intérêt communautaire de la ZSC n° FR2502019 mentionnés au FSD sont présentés dans le [Tableau 12.d](#) ci-après.

Tableau 12.d : Habitats d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville »

Dénomination	Code Natura 2000	Intérêt	Surface relative	Évaluation globale
Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	1110	i.c.	22 %	B
Récifs	1170	i.c.	77 %	B

Source : INPN mars 2021 et diagnostic écologique de la ZSC « Anse de Vauville », 2019

La réalisation du diagnostic écologique de la ZSC dans le cadre de l'élaboration en cours du DOCOB mentionne également les habitats suivants :

- 1160 – Grandes criques et baies peu profondes, en tant qu'habitat élémentaire 1160-2 – Sables hétérogènes envasés infralittoraux – Bancs de maërl (superficie relative : 1 %).
- 1140 – Reliquats boueux ou sableux exondés à marée basse, en tant qu'habitat élémentaire 1140-1 – Sables de haut de plage à Talitres (superficie relative < 0,5 %).

Ces habitats sont considérés dans l'évaluation des incidences.

12.6.2.1.2. Habitats Naturels de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville »

Les habitats d'intérêt communautaire ou prioritaire de la ZSC n° FR2500083 mentionnés au FSD sont présentés dans le [Tableau 12.e](#) ci-après.

Tableau 12.e : Habitats d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville »

Dénomination	Code Natura 2000	Intérêt	Surface relative	Évaluation globale
Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	1140	i.c.	6 %	/
Végétation annuelle des laissés de mer	1210	i.c.	0,18 %	B
Prés-salés atlantiques (<i>Glauco-Puccinellietalia maritimae</i>)	1330	i.c.	0,07 %	/
Dunes mobiles embryonnaires	2110	i.c.	0,1 %	C
Dunes mobiles du cordon littoral à <i>Ammophila arenaria</i> (dunes blanches)	2120	i.c.	3,83 %	B
Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises)	2130	p	59,76 %	B
Dunes à <i>Salix repens</i> spp. <i>argentea</i> (<i>Salicion arenariae</i>)	2170	i.c.	1,77 %	C
Dunes boisées des régions atlantique, continentale et boréale	2180	i.c.	0,44 %	C
Dépressions humides intradunaires	2190	i.c.	2,11 %	B
Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des <i>Littorelletea uniflorae</i> et/ou des <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>	3130	i.c.	0,04 %	B
Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition	3150	i.c.	0,91 %	A
Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	6430	i.c.	0,07 %	/
Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)	91E0	p	1,99 %	B

Source : INPN mars 2021.

12.6.2.1.3. Habitats naturels de la ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville »

Les habitats d'intérêt communautaire ou prioritaire de la ZSC n° FR2502018 mentionnés au FSD sont présentés dans le [Tableau 12.f](#) ci-après.

Tableau 12.f : Habitats d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville »

Dénomination	Code Natura 2000	Intérêt	Surface relative	Évaluation globale
Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	1110	i.c.	81 %	B
Récifs	1170	i.c.	14 %	C

Source : INPN mars 2021 et diagnostic écologique de la ZSC « Banc et récifs de Surtainville », 2019.

La réalisation du diagnostic écologique de la ZSC dans le cadre de l'élaboration en cours du DOCOB mentionne également les habitats suivants :

- 1160 – Grandes criques et baies peu profondes, en tant qu'habitat élémentaire 1160-2 – Sables hétérogènes envasés infralittoraux – Bancs de maërl (superficie relative : 4,4 % - Évaluation globale : non évaluée).
- 1140 – Reliquats boueux ou sableux exondés à marée basse, en tant qu'habitat élémentaire 1140-1 – Sables de haut de plage à Talitres (superficie relative < 0,5 % - Évaluation globale : non évaluée).

Ces habitats sont considérés dans l'évaluation des incidences.

12.6.2.2. ESPÈCES DES SITES NATURA 2000 CONCERNÉES

12.6.2.2.1. Espèces de la ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville »

Les espèces d'intérêt communautaire de la ZSC n° FR2502019 mentionnées au FSD sont présentées dans le [Tableau 12.g](#) ci-après.

Tableau 12.g : Espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville »

Classe	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Code Natura 2000	Intérêt	Statut	Évaluation	
						POP	EG
Mammifères	Grand dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>	1349	i.c.	P	B	B
	Marsouin commun	<i>Phocoena phocoena</i>	1351	i.c.	P	D	/
	Phoque gris	<i>Halichoerus grypus</i>	1364	i.c.	P	D	/
	Phoque veau marin	<i>Phoca vitulina</i>	1365	i.c.	P	D	/

Source : INPN, mars 2021.

12.6.2.2.2. Espèces de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville »

L'espèce d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC n° FR2500083 est présentée dans le [Tableau 12.h](#) ci-après.

Tableau 12.h : Espèce d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville »

Classe	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Code Natura 2000	Intérêt	Statut	Évaluation	
						POP	EG
Amphibiens	Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i>	1166	p	P	C	A

Source : INPN, mars 2021.

12.6.2.2.3. Espèces de la ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville »

Les espèces d'intérêt communautaire de la ZSC n° FR2502018 mentionnées au FSD sont présentées dans le [Tableau 12.i](#) ci-après.

Tableau 12.i : Espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville »

Classe	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Code Natura 2000	Intérêt	Statut	Évaluation	
						POP	EG
Mammifères	Grand dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>	1349	i.c.	C	B	B
	Marsouin commun	<i>Phocoena phocoena</i>	1351	i.c.	P	D	/
	Phoque gris	<i>Halichoerus grypus</i>	1364	i.c.	P	D	/
	Phoque veau marin	<i>Phoca vitulina</i>	1365	i.c.	P	D	/

Source : INPN, mars 2021.

12.6.2.2.4. Espèces de la ZPS n° FR2512002 « Landes et dunes de La Hague »

Les espèces d'intérêt communautaire de la ZPS n° FR2512002 mentionnées au FSD sont présentées dans le [Tableau 12.j](#) ci-après.

Tableau 12.j : Espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZPS n° FR2512002 « Landes et dunes de La Hague »

Classe	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Code Natura 2000	Statut	Évaluation	
					POP	EG
Oiseaux	Plongeon catmarin	<i>Gavia stellata</i>	A001	W	B	B
	Plongeon arctique	<i>Gavia arctica</i>	A002	W	B	B
	Plongeon imbrin	<i>Gavia immer</i>	A003	W	B	B
	Butor étoilé	<i>Botaurus stellaris</i>	A021	W	C	C
	Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	A081	W - R	C	C
	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	A082	W - R	C	C
	Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>	A098	W	C	B
	Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	A103	W - R	C	C
	Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i>	A138	W - R	C	B
	Barge rousse	<i>Limosa lapponica</i>	A157	C	C	C
	Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i>	A176	W	B	B
	Sterne caugek	<i>Sterna sandvicensis</i>	A191	C	/	B
	Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	A193	C	B	B
	Sterne naine	<i>Sterna albifrons</i>	A195	C	C	B
	Guifette noire	<i>Chlidonias niger</i>	A197	C	B	B
	Hibou des marais	<i>Asio flammeus</i>	A222	W	B	C
	Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>	A224	R	C	B
	Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>	A229	W	D	C
	Phragmite aquatique	<i>Acrocephalus paludicola</i>	A294	C	/	B
Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i>	A302	R	C	B	

Source : INPN, mars 2021.

Les espèces d'intérêt migratoire sont également présentées dans le [Tableau 12.k](#). Deux autres espèces importantes sont mentionnées mais ne sont ni inscrites dans la directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009, ni des oiseaux migrateurs régulièrement présents : le Faucon hobereau (*Falco subbuteo*) et le Grand corbeau (*Corvus corax*).

Tableau 12.k : Espèces d'intérêt migratoire ayant justifié la désignation de la ZPS n° FR2512002
 « Landes et dunes de La Hague »

Classe	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Code Natura 2000	Statut	Évaluation	
					POP	EG
Oiseaux	Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	A004	R	C	C
	Cormoran huppé	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	A018	R	C	B
	Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>	A052	W - R	C	B
	Sarcelle d'été	<i>Anas querquedula</i>	A055	R	C	C
	Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>	A056	R	C	C
	Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i>	A059	R	C	B
	Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i>	A061	R	C	B
	Grand Gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>	A137	R	B	C
	Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>	A160	R	C	B

Source : INPN, mars 2021.

12.7.

HABITATS ET ESPÈCES POTENTIELLEMENT CONCERNÉS PAR LE PROJET

L'objectif de cette partie est d'identifier les habitats et les espèces potentiellement concernés par le Projet, de manière directe ou indirecte, temporaire ou permanente. Cette analyse repose sur les caractéristiques de chaque habitat et espèce recensés sur les quatre zones Natura 2000 considérées, au regard des spécificités des différentes interactions du Projet avec l'environnement.

Les habitats et espèces ainsi identifiés feront l'objet d'une analyse des incidences du Projet sur leur état de conservation.

12.7.1. INTERACTIONS DU PROJET AVEC LES SITES NATURA 2000

On entend par :

- effet direct, une relation de cause à effet entre une composante du Projet et une espèce ;
- effet indirect, un effet sur une espèce découlant d'un effet sur son habitat d'espèce ou sur sa ressource alimentaire ;
- effet permanent, un effet irréversible, ou qui se manifeste tout au long du Projet ;
- effet temporaire, un effet limité dans le temps.

Pour tous les compartiments étudiés, il est considéré sur la base du Retour d'Expérience (REX) que :

- les espèces effectuant uniquement une halte migratoire de courte durée sur les sites (oiseaux migrateurs en halte migratoire uniquement – Statut : C – Concentration dans les FSD) ne sont pas affectées par les interactions du Projet de démantèlement avec les milieux terrestres et aquatiques, leur temps de présence étant limité au niveau de l'aire d'étude ;
- l'impact indirect des prélèvements d'eau et des rejets liquides sur les espèces dont la ressource alimentaire dépend du milieu aquatique est négligeable, de même que l'impact indirect des rejets à l'atmosphère sur les espèces dont la ressource alimentaire dépend du milieu terrestre.

Par ailleurs, l'ensemble des interactions étudiées se manifestant tout au long du Projet, il est considéré que leur effet est permanent.

À noter que pour chacune des interactions du Projet avec l'environnement, les espèces et les habitats Natura 2000 dont l'absence au niveau des zones d'influences des effets concernés est confirmée ne sont pas retenus dans les prochaines étapes de la présente étude.

Les habitats et espèces concernés sont répertoriés respectivement dans les [Tableau 12.m](#) et [Tableau 12.n](#).

12.7.1.1. PRÉLÈVEMENTS D'EAU DOUCE CONTINENTALE

Au regard des éléments présentés au [Paragraphe 12.5.2.1](#), la zone d'influence potentielle des prélèvements d'eau de surface du Projet est limitée à la portion du cours d'eau du Grand Douet situé entre la prise d'eau et son embouchure. Seuls les sites Natura 2000 ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville » et de la ZPS n° FR2512002 « Landes et dunes de La Hague » sont situés dans cette zone d'influence potentielle et sont donc susceptibles d'être influencés par ces prélèvements d'eau dans le Grand Douet.

Dans cette zone d'influence, et pour les sites Natura 2000 concernés, les prélèvements d'eau douce continentale peuvent avoir une influence directe sur :

- les habitats aquatiques et semi-aquatiques ;
- les espèces qui de par leur mode de vie peuvent être concernées par les prélèvements d'eau.

Dans cette zone d'influence, et pour les sites Natura 2000 concernés, les prélèvements d'eau douce continentale peuvent avoir une influence indirecte sur :

- les habitats aquatiques et semi-aquatiques ou les habitats en lien avec la nappe phréatique ;

Aucune influence indirecte potentielle des prélèvements d'eau en milieu aquatique continental du Projet sur les espèces n'est identifiée.

12.7.1.2. PRÉLÈVEMENTS D'EAU EN MER

Au regard des éléments présentés au [Paragraphe 12.5.2.2](#) les prélèvements d'eau en mer ont un impact potentiel qui se limite à une zone d'influence définie par le canal d'amenée.

Au vu de la localisation des sites Natura 2000 identifiés dans l'aire d'étude définie, aucun site Natura 2000 n'est situé à proximité du canal d'amené, aussi aucune influence potentielle directe ou indirecte des prélèvements d'eau en mer du Projet sur les habitats et les espèces des sites Natura 2000 n'est considérée.

12.7.1.3. REJETS THERMIQUES, RADIOACTIFS ET CHIMIQUES LIQUIDES

Au regard des éléments présentés au [Paragraphe 12.5.2.3](#), la zone d'influence potentielle de ces rejets, correspond à la superposition de la zone enveloppe des surfaces sur lesquelles l'élévation de température maximale de l'eau de mer (sur le cycle de la marée) dépasse 1°C, et de la zone enveloppe de l'ensemble des stations de surveillance hydroécologique du site de Flamanville.

Seuls les sites Natura 2000 situés dans cette zone d'influence potentielle sont donc susceptibles d'être influencés par ces rejets. Dans le cas présent, il s'agit de la ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville » et de la ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville ».

Dans cette zone d'influence, et pour les sites Natura 2000 concernés, les rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides peuvent avoir une influence directe sur :

- les habitats liés au milieu marin ;
- les espèces faunistiques et floristiques marines, inféodées au milieu aquatique marin pour au moins une partie de leur cycle de vie et/ou concernées directement de par leur mode de vie.

Aucune influence indirecte potentielle des rejets liquides thermiques, chimiques et radioactifs du Projet sur les habitats et les espèces n'est identifiée.

12.7.1.4. REJETS RADIOACTIFS ET CHIMIQUES À L'ATMOSPHÈRE

Au regard des éléments présentés au [Paragraphe 12.5.1.1](#) et au [Paragraphe 12.5.1.2](#), la zone d'influence potentielle des rejets atmosphériques du Projet correspond à un périmètre de rayon de 7 km centré sur le site de Flamanville.

Seuls les sites Natura 2000 situés dans cette zone d'influence potentielle sont donc susceptibles d'être influencés par ces rejets. Dans le cas présent, il s'agit de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville » et de la ZPS n° FR2512002 « Landes et dunes de La Hague ».

Les rejets atmosphériques chimiques et radioactifs peuvent avoir une influence directe sur :

- les habitats inféodés au milieu terrestre ou les habitats aquatiques possédant une partie aérienne ;
- les espèces faunistiques et floristiques inféodées au milieu terrestre pour au moins une partie de leur cycle de vie.

Les habitats et espèces strictement aquatiques (poissons, mollusques, plantes immergées) ne sont pas susceptibles d'être influencés par ces rejets atmosphériques.

Aucune influence indirecte potentielle des rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère du Projet sur les habitats et les espèces n'est identifiée.

12.7.1.5. OPÉRATIONS DE DRAGAGE ET RESTITUTION DE SÉDIMENTS

Au regard des éléments présentés au [Paragraphe 12.5.2.4](#), l'influence potentielle des opérations dragage et de restitution des sédiments est temporaire et localisée au niveau du canal d'aménagé et à proximité immédiate des points de clapage et de rejet de sédiments via les conduites de rejet.

Aucun site Natura 2000 n'est situé à proximité du canal d'aménagé et des zones de clapage et de rejet des sédiments, aussi, aucune influence potentielle directe ou indirecte des opérations de dragage et de restitution des sédiments sur les habitats et les espèces n'est identifiée.

12.7.1.6. ÉMISSIONS LUMINEUSES, SONORES ET VIBRATOIRES

Au regard des éléments présentés au [Paragraphe 12.5.1.3](#), la zone d'influence potentielle des émissions lumineuses, sonores et vibratoires associées au Projet est limitée aux abords immédiats du site de Flamanville.

Aucun site Natura 2000 n'est situé à proximité du site de Flamanville, aussi, aucune influence potentielle directe ou indirecte des émissions lumineuses, sonores et vibratoires sur les habitats et les espèces n'est identifiée.

12.7.1.7. SYNTHÈSE DES SITES NATURA 2000 CONCERNÉS PAR LES DIFFÉRENTES INTERACTIONS DU PROJET AVEC L'ENVIRONNEMENT

Le [Tableau 12.l](#) synthétise, pour chaque site Natura 2000, les interactions susceptibles de le concerner.

Tableau 12.l : Synthèse des sites Natura 2000 concernés par les différentes interactions du Projet avec l'environnement

Sites Natura 2000	Interactions du Projet avec le milieu continental			Interactions du Projet avec le milieu marin		
	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Émissions lumineuses, sonores et vibratoires	Prélèvements d'eau en milieu continental	Prélèvements d'eau en mer	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Opérations de dragage et restitution de sédiments
ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville »	Non	Non	Non	Non	Influence directe potentielle	Non
ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	Influence directe potentielle	Non	Influence directe et indirecte potentielle	Non	Non	Non
ZSC n° FR5020018 « Banc et récifs de Surtainville »	Non	Non	Non	Non	Influence directe potentielle	Non
ZPS n° FR2512002 « Landes et dunes de La Hague »	Influence directe potentielle	Non	Influence directe potentielle	Non	Non	Non

Comme présenté ci-dessus, ainsi que dans le [Paragraphe 12.7.1.2](#), le [Paragraphe 12.7.1.5](#) et le [Paragraphe 12.7.1.6](#), les prélèvements d'eau en mer, les opérations de dragage, la restitution des sédiments en mer et les émissions lumineuses, sonores, et vibratoires n'ont pas d'incidence directe ou indirecte sur les espèces et les habitats des sites Natura 2000 étudiés. Ils ne sont donc pas détaillés dans les [Tableau 12.m](#) et [Tableau 12.n](#) et dans les paragraphes ci-après.

12.7.2. HABITATS ET ESPÈCES POTENTIELLEMENT CONCERNÉS PAR LE PROJET

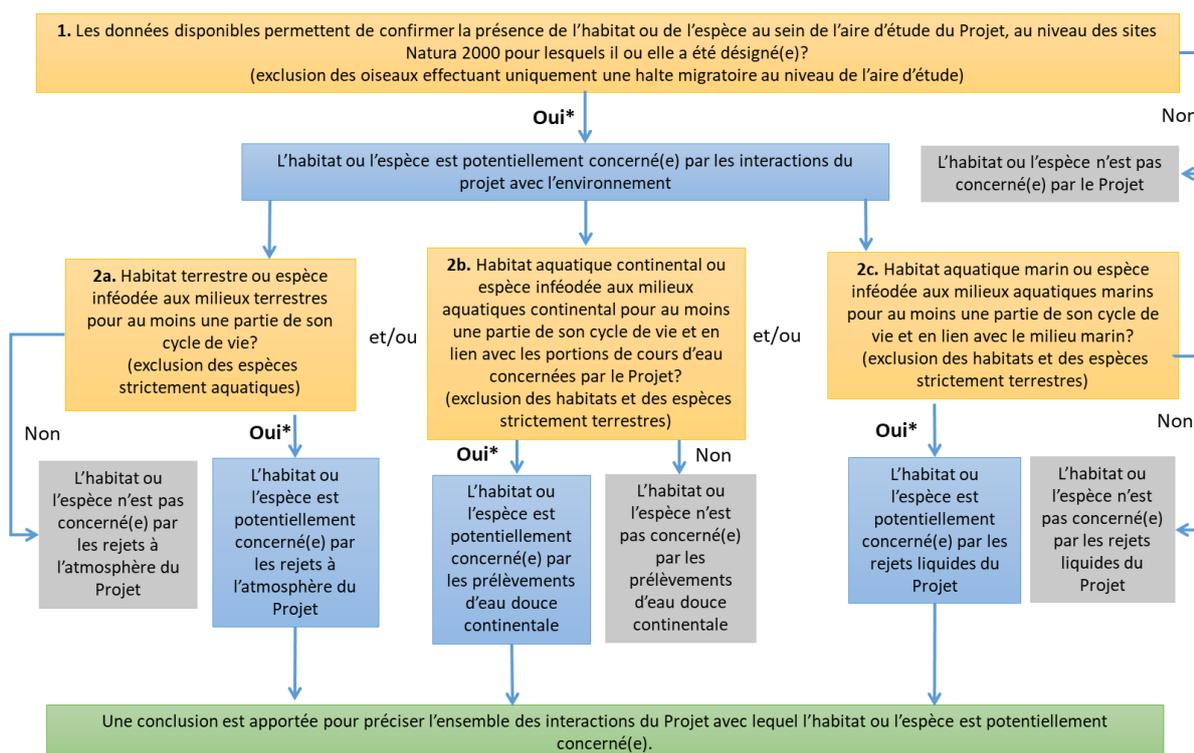
L'identification des habitats et des espèces potentiellement concernés par le Projet, ainsi que les éléments de justification sont présentés dans les [Tableau 12.m](#) et [Tableau 12.n](#).

La démarche adoptée pour déterminer si les espèces ou les habitats sont potentiellement concernés par le Projet est présentée sur la [Figure 12.j](#).

Les éléments du DOCOB de la ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville », les éléments de diagnostic des autres sites (cartographie des habitats, données d'observation des espèces), et les données bibliographiques disponibles ainsi que les études réalisées dans le cadre de la présente étude par THEMA Environnement permettent de préciser la localisation de certains habitats et de certaines espèces.

À noter que les espèces et les habitats d'intérêt communautaire ou prioritaire, identifiées au sein de l'aire d'étude, mais n'ayant pas été désignés pour les sites Natura 2000 potentiellement concerné par le Projet ne seront pas traités dans le cadre de cette évaluation des incidences Natura 2000.

En revanche, ces espèces et ces habitats sont étudiés dans le [Chapitre 7](#) relatif à la biodiversité.



* : En cas d'absence de données ou de données non concluantes, l'habitat ou l'espèce est considéré(e) comme potentiellement concerné(e).

Figure 12.j : Logigramme d'analyse pour la prise en compte des habitats et espèces potentiellement concerné(e)s par les interactions du Projet avec l'environnement

Tableau 12.m : Habitats d'intérêt communautaire potentiellement concernés par le Projet

Code	Habitat	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	Prélèvements d'eau douce en milieu continental	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
1110	Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	X	/	X	Non	Impact direct potentiel	Non	D'après l'état des lieux (parties 1 et 2) de la ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville » et de la ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville », et les inventaires de terrain réalisés par THEMA Environnement, cet habitat marin est présent au niveau des sites Natura 2000 concernés par l'aire d'étude. Cet habitat est donc potentiellement concerné par les rejets liquides du Projet.
1140	Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	X	X	X	Impact direct potentiel	Non	Impact direct potentiel	D'après le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville », cet habitat est présent au sud du site Natura 2000 au niveau de l'estuaire du Grand Douet au sein de l'aire d'étude. D'après l'état des lieux (parties 1 et 2) de la ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville » et de la ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville », et les inventaires de terrain réalisés par THEMA Environnement, cet habitat est présent au niveau des sites Natura 2000 concernés par l'aire d'étude. Cet habitat est donc potentiellement concerné par les prélèvements d'eau douce et les rejets atmosphériques du Projet.

Code	Habitat	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	Prélèvements d'eau douce en milieu continental	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
1160	Grandes criques et baies peu profondes	X	/	X	Non	Impact direct potentiel	Non	D'après l'état des lieux (parties 1 et 2) de la ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville » et de la ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville », et les inventaires de terrain menés par THEMA Environnement, cet habitat marin est présent au niveau des sites Natura 2000 concernés par l'aire d'étude. Cet habitat est donc potentiellement concerné par les rejets liquides du Projet.
1170	Récifs	X	/	X	Non	Impact direct potentiel	Non	D'après l'état des lieux (parties 1 et 2) de la ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville » et de la ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville », cet habitat marin est présent au niveau des sites Natura 2000 concernés par l'aire d'étude. Cet habitat est donc potentiellement concerné par les rejets liquides du Projet.
1210	Végétation annuelle des laisses de mer	/	X	/	Non	Non	Impact direct potentiel	D'après le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville », cet habitat est présent sur le littoral au sein de l'aire d'étude. Cet habitat est donc potentiellement concerné par les rejets atmosphériques du Projet.

Code	Habitat	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	Prélèvements d'eau douce en milieu continental	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
1330	Prés-salés atlantiques (<i>Glauco-Puccinellietalia maritimae</i>)	/	X	/	Non	Non	Non	Le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville » ne mentionne pas cet habitat. Cet habitat n'a pas été répertorié au sein de l'aire d'étude lors des investigations menées en 2020. Il est donc considéré que cet habitat n'est pas présent au sein de l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 n° FR2500083. Cet habitat n'est donc pas concerné par le Projet.
2110	Dunes mobiles embryonnaires	/	X	/	Non	Non	Impact direct potentiel	D'après le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville », cet habitat terrestre est présent ponctuellement le long du littoral du site Natura 2000 au sein de l'aire d'étude. Cet habitat n'est pas présent au niveau des estuaires. Cet habitat est donc potentiellement concerné par les rejets atmosphériques du Projet.
2120	Dunes mobiles du cordon littoral à <i>Ammophila arenaria</i> (dunes blanches)	/	X	/	Non	Non	Impact direct potentiel	D'après le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville », cet habitat terrestre est présent sur la majeure partie du littoral du site Natura 2000 au sein de l'aire d'étude. Cet habitat n'est pas présent au niveau des estuaires. Cet habitat est donc potentiellement concerné par les rejets atmosphériques du Projet.

Code	Habitat	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	Prélèvements d'eau douce en milieu continental	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
2130	Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises)	/	X	/	Non	Non	Impact direct potentiel	D'après le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville » et les investigations menées par THEMA Environnement, cet habitat terrestre est bien représenté sur l'ensemble du site Natura 2000 au sein de l'aire d'étude. Cet habitat est donc potentiellement concerné par les rejets atmosphériques du Projet.
2170	Dunes à <i>Salix repens</i> spp. <i>argentea</i> (<i>Salicion arenariae</i>)	/	X	/	Impact indirect potentiel	Non	Impact direct potentiel	D'après le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville », cet habitat est présent au sein de l'aire d'étude au sud du site Natura 2000 à proximité des cours d'eau Grand Douet et Petit Douet. Cet habitat est en lien avec le milieu aquatique continental. Cet habitat est donc potentiellement concerné par les prélèvements d'eau douce et par les rejets atmosphériques du Projet.
2180	Dunes boisées des régions atlantique, continentale et boréale	/	X	/	Non	Non	Non	D'après le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville » cet habitat se situe plus au nord du site en dehors de l'aire d'étude. Les investigations de terrain menées par THEMA Environnement confirment l'absence de cet habitat dans l'aire d'étude. Cet habitat n'est donc pas concerné par le Projet.

Code	Habitat	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	Prélèvements d'eau douce en milieu continental	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
2190	Dépansions humides intradunaires	/	X	/	Impact indirect potentiel	Non	Impact direct potentiel	D'après le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville », cet habitat est présent au sein de l'aire d'étude à proximité des cours d'eau Grand Douet et Petit Douet. Cet habitat est en lien avec le milieu aquatique. Cet habitat est donc potentiellement concerné par les prélèvements d'eau douce et par les rejets atmosphériques du Projet.
3130	Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des <i>Littorelletea uniflorae</i> et/ou des <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>	/	X	/	Non	Non	Non	Cet habitat n'est pas mentionné dans le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville ». De plus cet habitat n'est pas répertorié au sein de l'aire d'étude lors des investigations de terrain et de recherches bibliographiques menées par THEMA Environnement. Il est donc considéré que cet habitat n'est pas présent au sein de l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 n° FR2500083. Cet habitat n'est donc pas concerné par le Projet.
3150	Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition	/	X	/	Non	Non	Non	D'après le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville », cet habitat est situé au nord du site en dehors de l'aire d'étude. Les investigations de terrain et les recherches bibliographiques menées par THEMA Environnement confirment l'absence de cet habitat dans l'aire d'étude. Cet habitat n'est donc pas concerné par le Projet.

Code	Habitat	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	Prélèvements d'eau douce en milieu continental	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
6430	Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	/	X	/	Non	Non	Non	Cet habitat n'est pas mentionné dans le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville ». De plus, les investigations de terrain et les recherches bibliographiques menées par THEMA Environnement confirment l'absence de cet habitat dans l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000. Il est donc considéré que cet habitat n'est pas présent au sein de l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 n° FR2500083. Cet habitat n'est donc pas concerné par le Projet.
91E0	Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i>, <i>Alnion incanae</i>, <i>Salicion albae</i>)	/	X	/	Impact direct potentiel	Non	Impact direct potentiel	D'après le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville », cet habitat est présent au sud du site Natura 2000 au sein de l'aire d'étude le long du cours d'eau du Grand Douet. Cet habitat est en lien avec le milieu aquatique continental. Cet habitat est donc potentiellement concerné par les prélèvements d'eau douce et par les rejets atmosphériques du Projet.

En Gras : habitats prioritaires.

Tableau 12.n : Espèces d'intérêt communautaire potentiellement concernées par le Projet

Code	Espèces	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	ZPS « Landes et dunes de La Hague »	Prélèvements d'eau douce continentale	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
1349	Grand dauphin (<i>Tursiops truncatus</i>)	X	/	X	/	Non	Impact direct potentiel	Non	D'après l'état des lieux (parties 1 et 2) de la ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville » et de la ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville », les sites au sein de l'aire d'étude sont régulièrement fréquentés par l'importante population sédentaire côtière du golfe normand-breton. Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets liquides du Projet.
1351	Marsouin commun (<i>Phocoena phocoena</i>)	X	/	X	/	Non	Impact direct potentiel	Non	D'après l'état des lieux (parties 1 et 2) des ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville » et n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville », les observations opportunistes sont rares. Les données disponibles ne permettent pas d'exclure la présence de cette espèce au sein de l'aire d'étude, au niveau des sites Natura 2000 pour lesquels elle a été désignée. Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets liquides du Projet.
1364	Phoque gris (<i>Halichoerus grypus</i>)	X	/	X	/	Non	Non	Non	D'après l'état des lieux (parties 1 et 2) des ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville » et n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville », quelques rares spécimens de phoques gris sont observés lors de phase de transit. Les sites Natura 2000 présents au sein de l'aire d'étude ne constituent pas des lieux de repos, de mue ou de reproduction connus. Cette espèce n'est pas concernée par le Projet.

Code	Espèces	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	ZPS « Landes et dunes de La Hague »	Prélèvements d'eau douce continentale	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
1365	Phoque veau marin (<i>Phoca vitulina</i>)	X	/	X	/	Non	Impact direct potentiel	Non	D'après l'état des lieux (parties 1 et 2) des ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville » et n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville », les observations opportunistes sont rares. Les suivis télémétriques ont montré la fréquentation de ces sites par de jeunes phoques erratiques. Les données disponibles ne permettent pas d'exclure la présence de cette espèce au sein de l'aire d'étude, au niveau des sites Natura 2000 pour lesquels elle a été désignée. Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets liquides du Projet.
1166	Triton crêté (<i>Triturus cristatus</i>)	/	X	/	/	Non	Non	Non	D'après le DOCOB de la ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville », le Triton crêté est présent au nord du site Natura 2000 en dehors de l'aire d'étude. Les inventaires de terrain n'ont pas identifié cette espèce dans l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel elle a été désignée. De plus, aucun habitat propice à cette espèce n'a été recensé dans l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel elle a été désignée. L'espèce n'est donc pas concernée par le Projet.
A001	Plongeon catmarin (<i>Gavia stellata</i>)	/	/	/	X	Non	Impact direct potentiel	Non	Cette espèce hivernante affectionne les eaux côtières peu profondes en phase de repos ou d'alimentation. Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets liquides du Projet.
A002	Plongeon arctique (<i>Gavia arctica</i>)	/	/	/	X	Non	Impact direct potentiel	Non	Cette espèce hivernante affectionne les eaux côtières peu profondes en phase de repos ou d'alimentation. Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets liquides du Projet.

Code	Espèces	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	ZPS « Landes et dunes de La Hague »	Prélèvements d'eau douce continentale	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
A003	Plongeon imbrin (<i>Gavia immer</i>)	/	/	/	X	Non	Impact direct potentiel	Non	Cette espèce hivernante affectionne les eaux côtières peu profondes en phase de repos ou d'alimentation. Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets liquides du Projet.
A021	Butor étoilé (<i>Botaurus stellaris</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Le Butor étoilé est une espèce liée aux zones humides continentales. D'après le formulaire de la ZNIEFF de type I « Mares et dunes de Vauville », la grande mare centrale et ses rives constituent un lieu d'escale, de repos ou d'hivernage pour cette espèce. Ce lieu est situé en dehors de l'aire d'étude. Aucun habitat propice à la reproduction de cette espèce n'a été recensé dans l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné. L'espèce n'est donc pas concernée par le Projet.
A081	Busard des roseaux (<i>Circus aeruginosus</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Le Busard des roseaux est lié aux zones humides continentales. L'espèce est nicheuse au sein de la Réserve Naturelle Nationale de la mare de Vauville située en dehors de l'aire d'étude du Projet. Les recherches bibliographiques et les investigations menées en 2020 n'ont pas identifié cette espèce sein de l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 considéré. De plus, aucun habitat propice à la reproduction de cette espèce n'a été recensé dans l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné. Cette espèce est donc considérée comme n'étant pas présente dans la zone Natura 2000 pour lequel il a été désigné au niveau de l'aire d'étude. L'espèce n'est donc pas concernée par le Projet.

Code	Espèces	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	ZPS « Landes et dunes de La Hague »	Prélèvements d'eau douce continentale	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
A082	Busard Saint-Martin (<i>Circus cyaneus</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Impact direct potentiel	Le Busard Saint-Martin est identifiée comme nicheuse au sein de la ZNIEFF de type I « Landes de Vauville » située en dehors de l'aire d'étude du projet. Aucun habitat propice à la reproduction de cette espèce n'a été recensé dans l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné. Cependant les données disponibles ne permettent pas d'exclure la présence de cette espèce au sein de l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné pour au moins une partie de son cycle de vie (alimentation). Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets atmosphériques du Projet.
A098	Faucon émerillon (<i>Falco columbarius</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Impact direct potentiel	Cette espèce hivernante est présente au sein de la ZNIEFF de type I « Landes de Vauville », soit en dehors de l'aire d'étude. Cependant les données disponibles ne permettent pas d'exclure la présence de cette espèce au sein de l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné pour au moins une partie de son cycle de vie (alimentation). Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets atmosphériques du Projet.

Code	Espèces	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	ZPS « Landes et dunes de La Hague »	Prélèvements d'eau douce continentale	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
A103	Faucon pèlerin (<i>Falco peregrinus</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Impact direct potentiel	Les milieux de la ZPS n° FR2512002 potentiellement concernés par l'aire d'étude ne sont pas favorables à la nidification de l'espèce. Cependant les données disponibles ne permettent pas d'exclure la présence de cette espèce au sein de l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné pour au moins une partie de son cycle de vie (alimentation). Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets atmosphériques du Projet.
A138	Gravelot à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>)	/	/	/	X	Non	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel	Les hauts de plage de la ZPS n° FR2512002 sont favorables à la nidification de l'espèce. Cette espèce est donc considérée comme potentiellement présente au sein de l'aire d'étude. Cette espèce est inféodée à l'interface entre le milieu terrestre et le milieu aquatique Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets liquides et par les rejets atmosphériques du Projet.
A157	Barge rousse (<i>Limosa lapponica</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Cet oiseau effectue seulement une étape migratoire sur la ZPS n° FR2512002. Cette espèce n'est donc pas concernée par le Projet.
A176	Mouette mélanocéphale (<i>Larus melanocephalus</i>)	/	/	/	X	Non	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel	En période hivernale, cette espèce est présente sur l'estran ou dans les eaux peu profondes présentes au sein de l'aire d'étude. Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets liquides et par les rejets atmosphériques du Projet.

Code	Espèces	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	ZPS « Landes et dunes de La Hague »	Prélèvements d'eau douce continentale	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
A191	Sterne caugek (<i>Sterna sandvicensis</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Cet oiseau effectue seulement une étape migratoire sur la ZPS n° FR2512002. Cette espèce n'est donc pas concernée par le Projet.
A193	Sterne pierregarin (<i>Sterna hirundo</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Cet oiseau effectue seulement une étape migratoire sur la ZPS n° FR2512002. Cette espèce n'est donc pas concernée par le Projet.
A195	Sterne naine (<i>Sterna albifrons</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Cet oiseau effectue seulement une étape migratoire sur la ZPS n° FR2512002. Cette espèce n'est donc pas concernée par le Projet.
A197	Guifette noire (<i>Chlidonias niger</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Cet oiseau effectue seulement une étape migratoire sur la ZPS n° FR2512002. Cette espèce n'est donc pas concernée par le Projet.
A222	Hibou des marais (<i>Asio flammeus</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Impact direct potentiel	Cette espèce hivernante est mentionnée au sein de la ZNIEFF de type I « Landes de Vauville » située en dehors de l'aire d'étude. Cependant cette espèce peut également fréquenter les milieux dunaires et dépressions humides recensés au sein de l'aire d'étude. Les données disponibles ne permettent pas d'exclure la présence de cette espèce au sein de l'aire d'étude du Projet pour tout ou partie de de son cycle de vie au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné. Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets atmosphériques du Projet.

Code	Espèces	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	ZPS « Landes et dunes de La Hague »	Prélèvements d'eau douce continentale	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
A224	Engoulevent d'Europe (<i>Caprimulgus europaeus</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Cette espèce est liée aux habitats de type « landes » connue au sein des ZNIEFF de type I « Landes de Vauville » et « Vallon du ruisseau de Bival ». Ces habitats sont situés en dehors de l'aire d'étude du Projet. Cette espèce n'est pas considérée comme présente dans l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné. L'espèce n'est donc pas concernée par le Projet.
A229	Martin-pêcheur d'Europe (<i>Alcedo atthis</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Impact direct potentiel	Les recherches bibliographiques et les investigations menées en 2020 ont mis en évidence la présence de l'espèce au sein de l'aire d'étude. Cette espèce est susceptible de fréquenter le Grand Douet au sud du site Natura 2000. Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets atmosphériques du Projet.
A294	Phragmite aquatique (<i>Acrocephalus paludicola</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Cet oiseau effectue seulement une étape migratoire sur les zones humides continentales de la ZPS n° FR2512002. Cette espèce n'est donc pas concernée par le Projet.
A302	Fauvette pitchou (<i>Sylvia undata</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Cette espèce est liée aux habitats de type « landes », cet habitat n'est pas présent au sein du site Natura 2000 compris dans l'aire d'étude du Projet. La partie de la ZPS « Landes et dunes de La Hague » comprise dans l'aire d'étude ne présente pas ce type d'habitat. Cette espèce n'est pas considérée comme présente dans l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné. L'espèce n'est donc pas concernée par le Projet.

Code	Espèces	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	ZPS « Landes et dunes de La Hague »	Prélèvements d'eau douce continentale	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
A004	Grèbe castagneux (<i>Tachybaptus ruficollis</i>)	/	/	/	X	Non	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel	En période hivernale, cette espèce est présente dans les eaux peu profondes du littoral. Ces habitats sont présents au sein de l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 considéré. Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets liquides et par les rejets atmosphériques du Projet.
A018	Cormoran huppé (<i>Phalacrocorax aristotelis</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Cette espèce affectionne les côtes rocheuses, les falaises et ilots de la ZPS n° FR2512002. Ces habitats du site Natura 2000 considéré sont situés en dehors de l'aire d'étude. L'espèce n'est donc pas concernée par le Projet.
A052	Sarcelle d'hiver (<i>Anas crecca</i>)	/	/	/	X	Non	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel	En période hivernale, cette espèce est présente dans les eaux peu profondes du littoral. Ces habitats sont présents au sein de l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 considéré. Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets atmosphériques du Projet.
A055	Sarcelle d'été (<i>Anas querquedula</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	La Sarcelle d'été est liée aux zones humides continentales. La bibliographie fait mention de l'espèce sur la commune de La Hague où la Réserve Naturelle de la Mare de Vauville est propice à sa nidification, situés en dehors de l'aire d'étude du Projet. Les recherches bibliographiques et les investigations menées en 2020 n'ont pas mis en évidence la présence de l'espèce au sein de l'aire d'étude. Cette espèce n'est pas considérée comme présente dans l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné. L'espèce n'est donc pas concernée par le Projet.

Code	Espèces	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	ZPS « Landes et dunes de La Hague »	Prélèvements d'eau douce continentale	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
A056	Canard souchet (<i>Anas clypeata</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Le Canard souchet est lié aux zones humides continentales. La bibliographie fait mention de l'espèce sur la commune de La Hague où la Réserve Naturelle de la Mare de Vauville est propice à sa nidification, zones situées en dehors de l'aire d'étude du Projet. Les recherches bibliographiques et les investigations menées en 2020 n'ont pas mis en évidence la présence de l'espèce au sein de l'aire d'étude. Cette espèce n'est pas considérée comme présente dans l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné. L'espèce n'est donc pas concernée par le Projet.
A059	Fuligule milouin (<i>Aythya ferina</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Le Fuligule milouin est lié aux zones humides continentales. La bibliographie fait mention de l'espèce sur la commune de La Hague où la Réserve Naturelle de la Mare de Vauville est propice à sa nidification, zones situées en dehors de l'aire d'étude du Projet. Les recherches bibliographiques et les investigations menées en 2020 n'ont pas mis en évidence la présence de l'espèce au sein de l'aire d'étude. Cette espèce n'est pas considérée comme présente dans l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné. L'espèce n'est donc pas concernée par le Projet.

Code	Espèces	ZSC « Anse de Vauville »	ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »	ZSC « Banc et récifs de Surtainville »	ZPS « Landes et dunes de La Hague »	Prélèvements d'eau douce continentale	Rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides	Rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère	Commentaire
A061	Fuligule morillon (<i>Aythya fuligula</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Le Fuligule morillon est lié aux zones humides continentales. La bibliographie fait mention de l'espèce sur la commune de La Hague où la Réserve Naturelle de la Mare de Vauville est propice à sa nidification, zones situées en dehors de l'aire d'étude du Projet. Les recherches bibliographiques et les investigations menées en 2020 n'ont pas mis en évidence la présence de l'espèce au sein de l'aire d'étude. Cette espèce n'est pas considérée comme présente dans l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné. L'espèce n'est donc pas concernée par le Projet.
A137	Grand Gravelot (<i>Charadrius hiaticula</i>)	/	/	/	X	Non	Impact direct potentiel	Impact direct potentiel	Les hauts de plage de la ZPS n° FR2512002 sont favorables à la nidification de l'espèce. Cette espèce est donc considérée comme potentiellement présente au sein de l'aire d'étude. Cette espèce est inféodée à l'interface entre le milieu terrestre et le milieu aquatique. Cette espèce est donc potentiellement concernée par les rejets liquides et par les rejets atmosphériques du Projet.
A160	Courlis cendré (<i>Numenius arquata</i>)	/	/	/	X	Non	Non	Non	Cette espèce est liée aux habitats de type « Landes » connue au sein des ZNIEFF de type I « Landes de Vauville » et « Vallon du ruisseau de Bival ». Ces habitats sont situés en dehors de l'aire d'étude. Cette espèce n'est pas considérée comme présente dans l'aire d'étude au niveau du site Natura 2000 pour lequel il a été désigné. L'espèce n'est donc pas concernée par le Projet.

12.8.

ANALYSE DE L'ÉTAT DE CONSERVATION

12.8.1. ÉTAT DE CONSERVATION : NOTION ET DONNÉES SOURCES

L'analyse de l'état de conservation est réalisée uniquement pour les espèces et habitats qui ont été identifiés au [Paragraphe 12.7](#) comme potentiellement concernés par le Projet.

L'état de conservation est déterminé à partir de critères d'appréciation (aire de répartition, effectif ou superficie, perspectives d'évolution...). Dans la pratique, un bon état de conservation correspond à un fonctionnement équilibré des espèces et des milieux vis-à-vis de leurs caractéristiques naturelles et de leurs liens avec les activités humaines.

Les données utilisées ici pour apprécier l'état de conservation des habitats et espèces sont issues de sources de niveau national (UICN, MNHN) et local (FSD, DOCOB, inventaires de terrain...). Ces données sont les suivantes :

- **L'état de conservation des espèces donné par l'UICN**

L'UICN publie de nombreux documents pour développer l'état des lieux, la réflexion et la prise de conscience sur la biodiversité. La Liste rouge française des espèces menacées est hiérarchisée comme suit :

- en danger critique d'extinction (CR) ;
- en danger (EN) ;
- vulnérable (VU) ;
- quasi-menacée (NT) : espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifique n'étaient pas prises ;
- préoccupation mineure (LC) : espèce pour laquelle le risque de disparition en France est faible ;
- données insuffisantes (DD) : espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes ;
- non applicable (NA) : espèce non soumise à évaluation car (a) introduite dans la période récente ou (b) nicheuse occasionnelle ou marginale en métropole ;
- non évalué (NE).

- **Le bilan de l'évaluation 2019 de l'état de conservation des espèces de la directive Habitats et des habitats naturels et semi-naturels d'intérêt communautaire, coordonné par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN)**

Les résultats de cette évaluation constituent un bon indicateur sur l'état de la biodiversité remarquable en France métropolitaine ; les principales menaces sont également explicitées.

Plusieurs paramètres ont été considérés pour déterminer l'état de conservation des espèces et des habitats.

Pour les espèces, on prend ainsi en compte leur aire de répartition, l'effectif des populations, la surface d'habitat qu'occupe l'espèce et les perspectives futures de maintien.

Pour les habitats, les paramètres utilisés sont similaires : aire de répartition, surface occupée par chaque habitat, caractéristiques de l'habitat (« structure et fonctions »), perspectives futures.

L'état de conservation de chaque espèce et habitat évalué peut se retrouver dans l'une des quatre catégories suivantes : favorable, défavorable inadéquat, défavorable mauvais, inconnu.

Les données prises en compte dans le cadre de cette étude correspondent à l'état de conservation dans le domaine atlantique (lorsqu'il est disponible).

L'état de conservation présenté dans le bilan de l'évaluation 2019 est équivalent aux données de l'évaluation européennes présentées ci-après. Il n'est donc pas repris dans les fiches descriptives des paragraphes ci-après.

- **Les Formulaires Standards de Données (FSD) et le Document d'Objectifs (DOCOB) des zones Natura 2000 concernées**

Ces documents donnent également des informations sur l'état de conservation des espèces et habitats pour les sites Natura 2000 considérés spécifiquement dans la présente étude.

Les critères définis pour caractériser l'état de conservation sont les suivants :

- A : « Excellente ».
- B : « Bonne ».
- C : « Moyenne/réduite ».

Les études spécifiques mentionnées au [Paragraphe 12.2](#) ont aussi permis de compléter les données sources mentionnées ci-dessus.

12.8.2. ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS PRIORITAIRES CONCERNÉS PAR LE PROJET

2130 – Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises)

Description : les dunes grises sont l'habitat naturel le plus répandu au sein des massifs dunaires. Il s'agit du dernier stade de la succession dunaire ouverte. Les apports éoliens de sables sont plus faibles. Le substrat composé de sable est plus stable et permet de développement d'un cortège floristique plus important. Les espèces caractéristiques de la dune grises sont la Laîche des sables (*Carex arenaria*), l'Euphorbe des estuaires (*Ephorbia segetalis subsp. portlandica*), la Queue de lièvre (*Lagurus ovatus*), la Koelerie glauque (*Koeleria albescens*) et la Véronique en épis (*Veronica spicata*).



THEMA Environnement, 2020

Situation au sein de l'aire d'étude : les dunes grises sont présentes d'une part au nord de l'aire d'étude, au sein de la partie sud de la ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville », et d'autre part au sein du massif dunaire de l'anse de Sciotot (non compris dans un site Natura 2000).

État de conservation :

- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN 2019) :
 - domaine atlantique : **défavorable-inadéquat**
- Évaluation FSD : bonne
- Évaluation DOCOB : moyen à favorable (2001)
- Menaces : les menaces identifiées sont relatives à :
 - l'érosion naturelle et/ou anthropique des dunes qui constituent des habitats sensibles soumis à une fréquentation touristique importante
 - la dynamique de fermeture de certains secteurs de dune fixée par la fougère grand-aigle

91E0 – Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)

Description : les boisements humides de Frênes et d'Aulnes sont un habitat d'intérêt communautaire. Le sol est gorgé d'eau une partie de l'année grâce à l'affleurement de la nappe d'eau souterraine. La strate arborée est constituée d'Aulnes glutineux et de Frênes élevées. La strate arbustive est quasiment absente. Seuls quelques Saule roux sont présents. La strate herbacée est composée d'espèces sciaphiles et hygrophiles. Les plus caractéristiques sont la Dorine à feuilles opposées, le Cresson de cheval, la Laïche espacée et l'Iris faux-acore. Un cortège riche en bryophytes accompagne ces espèces.



THEMA Environnement, 2020

Situation au sein de l'aire d'étude : au sein de l'aire d'étude, les boisements humides sont présents le long des ruisseaux et rivières dans les lits majeurs et sur les têtes de bassins versants.

État de conservation :

- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN 2019) :
 - domaine atlantique : **défavorable-mauvais** (tendance à la détérioration de l'état de conservation entre les deux rapportages [2013-2018])
- Évaluation FSD : bonne
- Évaluation DOCOB : non mentionnée
- Menaces : pas de menace identifiée au sein du FSD et habitat non connu en 2001 lors de la rédaction du DOCOB de la ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville ». La principale menace à laquelle cet habitat est exposé est la modification du niveau de la nappe phréatique.

12.8.3. ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE CONCERNÉS PAR LE PROJET

1110 – Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine

Description : cet habitat correspond aux zones sableuses présentes dans l'étage infralittoral (étage toujours immergé mais sa frange supérieure peut émerger lors des grandes marées de vives-eaux). Ce sont des zones ouvertes soumises à un fort hydrodynamisme, avec peu d'apports en particules fines du fait de la qualité dispersive des énergies présentes. Ces milieux subissent l'influence des houles venant du large, et possèdent généralement une pente très faible et régulière. Dans les eaux plus profondes qui sont moins soumises à l'hydrodynamisme (jusqu'à 10-15 m) peuvent s'installer des herbiers à *Zostera marina*. Ces herbiers ne sont pas présents sur les sites « Banc et récifs de Surtainville » et « Anse de Vauville ».

Situation au sein de l'aire d'étude : les bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine représentent plus de 80 % de la surface totale de la ZSC « Banc et récifs de Surtainville », contre environ 20 % pour la ZSC « Anse de Vauville ».

État de conservation :

- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN 2019) :
 - domaine marin atlantique : **défavorable-mauvais** (Tendance stable entre les deux rapportages [2013-2018])
- Évaluation FSD : bonne
- Évaluation DOCOB : DOCOB en cours d'élaboration. Le diagnostic écologique réalisé en 2019 précise que l'état de conservation est inconnu
- Menaces : le diagnostic écologique réalisé en 2019 par l'AFB mentionne comme menaces la dégradation de la qualité des eaux, l'immersion de sédiments, les perturbations naturelles (hydrodynamisme, turbidité), les évolutions climatiques, l'érosion, la pêche embarquée, les travaux maritimes, la production d'électricité et l'introduction d'espèces.

1160 – Grandes criques et baies peu profondes

Description : ce type d'habitat est généralement caractérisé par le fait qu'il se trouve à l'abri de la houle et de l'action des vagues, permettant l'accumulation de particules fines. Cet habitat est peu représenté en Manche – Mer du Nord où les courants de marées sont généralement forts.

Situation au sein de l'aire d'étude : cet habitat est relativement peu fréquent sur les ZSC « Anse de Vauville » et « Banc et récifs de Surtainville », avec respectivement seulement 1 % et 4 % de couverture sur ces sites. Il est présent sous la forme de l'habitat élémentaire 1160-2 Sables hétérogènes envasés infralittoraux – Bancs de maërl.

État de conservation :

- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN 2019) :
 - domaine marin atlantique : **défavorable-mauvais** (Tendance stable entre les deux rapportages [2013-2018])
- Évaluation FSD : habitat non mentionné
- Évaluation DOCOB : DOCOB en cours d'élaboration. Le diagnostic écologique réalisé en 2019 précise que l'état de conservation est inconnu
- Menaces : le diagnostic écologique réalisé en 2019 par l'AFB mentionne comme menaces la dégradation de la qualité des eaux, l'immersion de sédiments, les perturbations naturelles (hydrodynamisme, turbidité), les évolutions climatiques, l'érosion, la pêche embarquée, les travaux maritimes, la production d'électricité et l'introduction d'espèces

1170 – Récifs

Description : les récifs correspondent à tous les substrats durs, que ce soient des roches, des platiers rocheux ou des étendues de galets et cailloux, et peuvent être aussi bien d'origine géologique que d'origine biogénique, comme pour les récifs de modioles qui sont formés par l'accumulation de moules. Ces milieux sont soumis aux actions des vagues et du vent, ainsi que de divers organismes qui sculptent les récifs. De ce fait, ces milieux deviennent complexes avec de grands nombres d'anfractuosités et de micro-milieux tels que des crevasses, surplombs, dessous de blocs... La présence de tous ces « micro-habitats » permet la présence d'une grande diversité de faune sessile et mobile. Les facteurs principaux qui affectent les récifs sont la marée (temps d'émergence) et l'exposition aux courants. Les habitats « Récifs » sont dès lors déclinés dans le CH2004 principalement en fonction de l'étage du littoral auquel ils se trouvent et de leur exposition aux éléments.



THEMA Environnement, 2020

Situation au sein de l'aire d'étude : les récifs sont très présents sur le site « Anse de Vauville », correspondant à près de 80 % de la surface de ce site, contre environ 15 % de la surface totale du site de « Banc et récifs de Surtainville ».

État de conservation :

- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN 2019) :
 - domaine atlantique : **défavorable-inadéquat** (tendance stable entre les deux rapportages [2013-2018])
- Évaluation FSD : bonne
- Évaluation DOCOB : DOCOB en cours d'élaboration. Le diagnostic écologique réalisé en 2019 précise que l'état de conservation est bon
- Menaces : le diagnostic écologique réalisé en 2019 par l'AFB mentionne comme menaces la dégradation de la qualité des eaux, l'immersion de sédiments, les perturbations naturelles (hydrodynamisme, turbidité), les évolutions climatiques, l'érosion, la pêche embarquée, les travaux maritimes, la production d'électricité et l'introduction d'espèces

1140 – Replats boueux ou sableux exondés à marée basse

Description : cet habitat occupe la zone de haute plage, constituée de sables fins qui sont soumis aux embruns, c'est une zone de transition entre le milieu aquatique et terrestre. C'est une zone de laisse de mer, alimentée par des débris végétaux marins ou terrestres et des organismes marins morts, comme notamment du plancton transporté par le vent. Des macrodéchets peuvent également s'accumuler sur ce type d'habitat. La laisse de mer se déplace en fonction des coefficients de marée, rendant son étendue variable sur le haut de plage. Les espèces présentes sur cet habitat sont les puces de mer du genre *Talitrus*, qui recyclent les débris organiques. Les puces de mer fuient la marée montante et leur localisation est ainsi variable. Ces organismes sont généralement accompagnés d'autres espèces d'amphipodes. Selon la contamination en matière organique sur l'habitat, des vers oligochètes, diptères et coléoptères peuvent également être présents.



THEMA Environnement, 2020

Situation au sein de l'aire d'étude : les ZSC « Banc et récifs de Surtainville » et « Anse de Vauville » sont des sites purement marins, avec une limite géographique au zéro des cartes, et de ce fait ne couvrant que des habitats subtidiaux. Cependant, ces limites géographiques strictes ne correspondent pas toujours aux limites naturelles des habitats. De plus, des biais liés aux données d'échantillonnage et à la cartographie sont possibles en frange des sites. De ce fait une très faible proportion de l'habitat 1140 Replats boueux ou sableux exondés à marée basse est noté en marge du site.

État de conservation :

- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN 2019) :
 - domaine atlantique : **défavorable-mauvais** (tendance à la détérioration de l'état de conservation entre les deux rapportages [2013-2018])
- Évaluation FSD : bonne
- Évaluation DOCOB : non mentionnée
- Menaces : pas de menace identifiée au sein du FSD et habitat non connu en 2001 lors de la rédaction du DOCOB de la ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville »

1210 – Végétation annuelle des laissés de mer

Description : l'habitat générique regroupe l'ensemble des végétations des laissés de mer riches en matière organique azotée. Il se situe à la partie sommitale des estrans, sur substrat sableux à limono-argileux, plus rarement sur graviers ou cordons de galets, bien drainé et non engorgé d'eau.



THEMA Environnement, 2020

Situation au sein de l'aire d'étude : sur la ZSC n° FR2500083, cet habitat est présent sur le littoral sauf au niveau des estuaires.

État de conservation :

- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN 2019) :
 - domaine atlantique : **défavorable-inadéquat** (tendance inconnue entre les deux rapports [2013-2018])
- Évaluation FSD : bonne
- Évaluation DOCOB : non mentionnée
- Menaces : les risques de détérioration sont liés à la surfréquentation, au nettoyage mécanique des plages et à l'artificialisation du trait de côte. La pratique du « gravage », sur Vauville et Biville en particulier, ou ramassage des bois morts et macrodéchets végétaux autres que les algues qui se déposent sur le milieu peuvent affecter l'habitat

2110 – Dunes mobiles embryonnaires

Description : cet habitat se développe immédiatement au contact supérieur des laisses de haute mer, sur pente faible à nulle, au substrat sableux de granulométrie fine à grossière parfois mêlés de laisses organiques et de débris coquilliers. Il est occasionnellement baigné par les vagues au moment des très grandes marées de vives hautes. On y rencontre une végétation herbacée graminéenne moyenne, ouverte, dominée par les espèces vivaces, présentant une seule strate, et dont le recouvrement n'est jamais très élevé. Cet habitat est dominé floristiquement et physionomiquement par le chiendent des sables (*Elymus farctus boreali-atlanticus*), parfois accompagné par quelques annuelles ou bisannuelles halo-nitrophiles : Bette maritime (*Beta vulgaris subsp. Maritima*). Les autres espèces qui peuvent être présentes sont le Chardon bleu (*Eryngium maritimum*), l'Euphorbe du littoral (*Euphorbia paralias*), l'Elyme des sables (*Elymus arenarius*), le Cakile maritime (*Cakile maritima*), le Pourpier de mer (*Honckenya peploides*), la Soude brûlée (*Salsola kali*).



THEMA Environnement, 2020

Situation au sein de l'aire d'étude : sur la ZSC n° FR2500083, cet habitat est présent sur le littoral sauf au niveau des estuaires.

État de conservation :

- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN 2019) :
 - domaine atlantique : **défavorable-inadéquat** (tendance inconnue entre les deux rapportages [2013-2018])
- Évaluation FSD : bonne
- Évaluation DOCOB : non mentionnée
- Menaces : la fréquentation génère un piétinement défavorable au maintien de cet habitat (piétons, chevaux), il est d'une grande vulnérabilité vis-à-vis de l'artificialisation et de la modification de la dynamique sédimentaire des littoraux par constructions d'enrochements ou d'épis. Cet habitat est également sensible au remodelage parfois trop systématique de la dune bordière en un linéaire homogène continu, qui affecte localement les potentialités de développement de ce type d'habitat, en supprimant les anses naturelles ou artificielles générées par l'érosion, qui abritent des fragments de dunes embryonnaires. Enfin, il est menacé par destruction dans le cadre d'aménagements touristiques ou portuaires, et d'urbanisation littorale

2120 – Dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches)

Description : cet habitat se développe immédiatement au contact supérieur de la dune mobile embryonnaire ou des laisses de haute mer. Le substrat est sableux, essentiellement minéral, de granulométrie fine à grossière, parfois mêlé de débris coquilliers, exceptionnellement atteint par les vagues au moment des très grandes marées hautes ou de certaines tempêtes. La végétation psammo-halophile est adaptée et favorisée par un enfouissement régulier lié au saupoudrage éolien à partir du haut de plage. L'habitat est dominé floristiquement et physionomiquement par l'Oyat (*Ammophila arenaria* subsp. *Arenaria*).

Il est caractérisé par le Gaillet des sables (*Galium arenarium*) le Gaillet jaune (*Galium verum* subsp. *Maritimum*), le Chardon du littoral (*Eryngium maritimum*), l'Euphorbe du littoral (*Euphorbia paralias*), le Liseron des dunes (*Calistegia soldanella*), l'Elyme des sables (*Elymus arenarius*), la Giroflée des dunes (*Matthiola sinuata*), la Fétuque rouge des sables (*Festuca rubra* subsp. *Arenaria*), la Silène de Thore (*Silene vulgaris* subsp. *Thorei*), le Luzerne maritime (*Medicago marina*).



THEMA Environnement, 2020

Situation au sein de l'aire d'étude : sur la ZSC n° FR2500083, cet habitat est présent sur le littoral sauf au niveau des estuaires.

État de conservation :

- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN 2019) :
 - domaine atlantique : **défavorable-inadéquat** (tendance stable entre les deux rapportages [2013-2018])
- Évaluation FSD : moyenne
- Évaluation DOCOB : non mentionnée
- Menaces : il présente donc une grande vulnérabilité vis-à-vis de l'artificialisation et de la modification de la dynamique sédimentaire des littoraux par constructions d'enrochements, d'ouvrages de défense contre la mer, d'épis, ou d'infrastructures portuaires ou de cales d'accès implantées en amont du sens de la dérive littorale

2170 – Dunes à *Salix repens ssp. argentea* (*Salicion arenariae*)

Description : cet habitat naturel colonise les dépressions dunaires humides. Sur le terrain, il forme des mosaïques avec les végétations caractéristiques des dépressions ainsi qu'avec les pelouses dunaires et les petits fourrés à Rosier pimprenelle (*Rosa pimpinellifolia*). Les dunes à saules rampant peuvent être colonisées par le Troëne (*Ligustrum vulgare*). Les plantes caractéristiques sont les Saules rampant (*Salix arenaria* = *Salix repens ssp. argentea*), la Pyrole à feuilles rondes (*Pyrola rotundifolia*). Cet habitat à saule rampant est inclus dans les grands massifs dunaires et contribue à créer un paysage original aux couleurs changeantes. La couleur jaune des chatons domine au printemps, pour laisser place ensuite à l'argenté du feuillage. En outre, la présence de la pyrole à feuilles rondes, plante protégée sur l'ensemble du territoire français, est à noter.



THEMA Environnement, 2020

Situation au sein de l'aire d'étude : habitat en mosaïque avec l'habitat de dune grise.

État de conservation :

- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN 2019) :
 - domaine atlantique : **défavorable-inadéquat** (tendance inconnue entre les deux rapportages [2013-2018])
- Évaluation FSD : moyenne
- Évaluation DOCOB : non mentionnée
- Menaces : cet habitat étant lié au facteur eau, une réflexion globale sur le maintien d'un niveau favorable de la nappe phréatique peut être envisagée

2190 – Dépressions humides intradunaires

Description : l'habitat générique regroupe l'ensemble des végétations de dépressions humides arrière-dunaires. En fonction de critères biogéographiques et écologiques, l'habitat générique est décliné en cinq habitats élémentaires correspondant à des déclinaisons de cet habitat dont les mares dunaires, les bas-marais dunaires et les roselières et cariçaias dunaires.



THEMA Environnement, 2020

Situation au sein de l'aire d'étude : habitat en mosaïque au sein des milieux dunaires.

État de conservation :

- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN 2019) :
 - domaine atlantique : **défavorable-inadéquat** (tendance à la détérioration de l'état de conservation entre les deux rapportages [2013-2018])
- Évaluation FSD : moyenne
- Évaluation DOCOB : non mentionnée
- Menaces : sur certaines dunes fréquentées, il est souhaitable d'organiser une maîtrise de la fréquentation pour maintenir ou restaurer cet habitat dans un état de conservation satisfaisant

12.8.4. ÉTAT DE CONSERVATION DES ESPÈCES D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE CONCERNÉES PAR LE PROJET (HORS OISEAUX)

1349 – Grand Dauphin (*Tursiops truncatus* (Montagu, 1821))

Description générale : un mâle adulte mesure 2 à 4 m pour un poids de 150-600 kg. La femelle est légèrement plus petite. Le melon est séparé du rostre par un profond sillon frontal. La ligne de la bouche lui confère un « sourire » caractéristique. Les nageoires pectorales sont triangulaires. L'aileron dorsal, falciforme, est placé au milieu du dos. La caudale est large, et possède une profonde encoche médiane.



© C. Yzoard

Habitats : des populations sont strictement côtières alors que d'autres sont plutôt océaniques. Elles exploitent les baies, estuaires et toutes les zones côtières marines de moins de 20 m de profondeur. Les zones de passage entre la haute mer et la côte sont des zones très fréquentées par cette espèce.

Distribution globale : cette espèce a une distribution des eaux tropicales aux eaux tempérées. Le long des côtes françaises, des groupes côtiers ont été identifiés dans plusieurs sites : le sud de la Manche (entre la Baie de Lancieux jusqu'à la côte Est du Cotentin), les Îles d'Iroise et en Méditerranée.

Situation au sein de l'aire d'étude : les sites « Banc et récifs de Surtainville » et « Anse de Vauville » sont régulièrement fréquentés par l'importante population sédentaire côtière du golfe normand-breton.

État de conservation :

- Statut UICN (Europe) : pas d'évaluation faute de données insuffisantes (liste 2007)
- Statut UICN (France) : préoccupation mineure (liste 2017)
- Statut UICN (Région) : pas d'évaluation faute de données insuffisantes (liste 2013)
- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN, 2019) : domaine atlantique marin : absence d'évaluation
- Évaluation du FSD : bon
- Évaluation du DOCOB : absence d'évaluation

Menaces : pollution marine en tous genres, pêche accidentelle, collision avec les bateaux, dérangements dans les zones critiques, pollutions estuariennes et projets industriels en mer.

1351 – Marsouin commun (*Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758))

Description générale : le Marsouin commun (*Phocoena phocoena*) est le plus petit des cétacés d'Europe. Sa taille moyenne à l'état adulte se situe entre 1,40 et 1,70 m, et son poids moyen entre 40 et 60 kg. De coloration dorsale sombre, ses flancs sont gris faisant progressivement la transition avec le ventre blanc. Il possède une petite tête arrondie avec un museau court dépourvu de bec, et un aileron dorsal, triangulaire sans concavité postérieure marquée et situé juste en arrière du milieu de la longueur du corps. De comportement discret et méfiant, il passe souvent inaperçu.



© Media storehouse

Habitats : le Marsouin commun (*Phocoena phocoena*) est une espèce plutôt côtière circonscrite aux eaux tempérées froides et subarctiques. Il fréquente les baies, les estuaires et détroits peu profonds.

Distribution globale : l'aire de répartition du Marsouin commun (*Phocoena phocoena*) est morcelée et limitée à l'hémisphère Nord. La limite Sud de son aire de répartition s'étend jusqu'à la partie Nord des côtes de Mauritanie.

Situation au sein de l'aire d'étude : les observations opportunistes sont rares. La fréquentation et l'utilisation des sites par les marsouins communs au niveau des sites de « Banc et récifs de Surtainville » et « Anse de Vauville » restent peu documentées.

État de conservation :

- Statut UICN (Europe) : quasi-menacé (liste 2007)
- Statut UICN (France) : vulnérable (liste 2017)
- Déterminante ZNIEFF (Haute-Normandie) : oui (liste 2013)
- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN, 2019) : domaine atlantique marin : absence d'évaluation
- Évaluation du FSD : absence d'évaluation
- Évaluation du DOCOB : absence d'évaluation

Menaces : captures accidentelles le long des côtes de la Manche et de l'Atlantique dues à l'utilisation pour la pêche de filets maillants, macrodéchets, polluants chimiques, dérangement causé par la pollution sonore.

1365– Phoque veau-marin (*Phoca vitulina* (Linnaeus, 1758))

Description générale : la taille moyenne des mâles est de 1,60 m et le poids moyen de 110 kg. La taille des femelles est de 1,30 m et le poids moyen de 90 kg. La coloration est très variable suivant les individus : teinte variant du gris clair au brun foncé ou au noir, la zone ventrale étant plus claire. Le pelage est parsemé d'une multitude de petites taches plus foncées.



© P. Gourdain

Habitats : c'est une espèce marine qui revient à terre pour se reproduire, muer et se reposer. Il utilise les reposoirs sableux toute l'année entre mai et septembre. Les mises-bas interviennent le plus souvent sur des bancs de sable découverts ou sur le schorre à marée haute.

Distribution globale : il habite exclusivement les eaux froides et tempérées de l'hémisphère Nord.

Situation au sein de l'aire d'étude : dans les ZSC «°Anse de Vauville » et «°Banc et récifs de Surtainville », les observations opportunistes sont rares. Les suivis télémétriques ont montré la fréquentation de ces ZSC par de jeunes phoques erratiques.

État de conservation :

- Statut UICN (Europe) : préoccupation mineure (liste 2007)
- Statut UICN (France) : quasi menacé (liste 2017)
- Statut UICN (Région) : vulnérable (liste 2013)
- Déterminante ZNIEFF (Haute-Normandie) : oui (liste 2013)
- Évaluation globale de l'état de conservation en France (INPN, 2019) : domaine atlantique marin : absence d'évaluation
- Évaluation du FSD : absence d'évaluation
- Évaluation du DOCOB : absence d'évaluation
-

Menaces : la principale menace est le dérangement.

12.8.5. ÉTAT DE CONSERVATION DES OISEAUX D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE CONCERNÉS PAR LE PROJET

Tableau 12.o : État de conservation des oiseaux d'intérêt communautaire potentiellement concernés par le Projet

Code	Espèce	Habitats	Régime alimentaire	Menaces potentielles	Situation dans l'aire d'étude	État de conservation à l'échelle du site (FSD)	Tendance à long terme des effectifs (rapportage 2019)
A001	Plongeon catmarin (<i>Gavia stellata</i>)	Milieux aquatiques humides. Reproduction : Vasières et bancs de sable sans végétations, prés-salés et steppes salées, dunes côtières, landes sèches, pelouses calcicoles sèches et steppes. Hivernage : Estuaires, lagunes	Principalement poissons (Morue, hareng, sprat, gobies et lançons) complétés par les crustacés et les annélides	Capture dans les filets de pêche, pollution pétrolière, mise en place de champ d'éoliennes et pêcheries	Espèces hivernantes qui affectionnent les eaux côtières peu profondes	Bon	Inconnue
A002	Plongeon arctique (<i>Gavia arctica</i>)	côtières, bras de mer, eaux stagnantes, saumâtres et salées, eaux douces stagnantes	Principalement poissons (Morue, épinoches, gobies, hareng, sprat et athérines) complétés par les crustacés et les annélides			Bon	Inconnue
A003	Plongeon imbrin (<i>Gavia immer</i>)		Principalement poissons (Aiglefin, morue, merlan, lançons, hareng, sprat et gobies) complétés par les crustacés et les annélides			Bon	Inconnue
A082	Busard Saint-Martin (<i>Circus cyaneus</i>)	Milieux divers : steppe, marais, landes, tourbières, toundra nordique, prairies humides, friches, zones agricoles suivant l'assolement, localement grandes parcelles forestières avec jeune taillis... Il niche à même le sol et a donc besoin d'un accès facile au nid	Principalement petits mammifères, petits passereaux	Disparition des habitats, utilisation de pesticides et dérangements par l'homme	Présence ponctuelle potentielle	Significative	Inconnue

Code	Espèce	Habitats	Régime alimentaire	Menaces potentielles	Situation dans l'aire d'étude	État de conservation à l'échelle du site (FSD)	Tendance à long terme des effectifs (rapportage 2019)
A098	Faucon émerillon (<i>Falco columbarius</i>)	Arbres pour la reproduction et milieux ouverts à semi-ouverts pour la chasse	Petits passereaux, petits mammifères, insectes	Disparition des habitats, utilisation de pesticides et dérangements par l'homme	Présence ponctuelle potentielle	Bonne	Inconnue
A103	Faucon pèlerin (<i>Falco peregrinus</i>)	Milieux rupestres. Reproduction : Côtes rocheuses et falaises maritimes, falaises continentales et rochers exposés. Hivernage : Marais, landes et estuaires	Oiseaux de toutes tailles presque exclusivement, préférences pour les oiseaux de taille moyenne (pigeons, geai)	Disparition des habitats, utilisation de pesticides et dérangements par l'homme	Les milieux de la ZPS concernés par l'aire d'étude ne sont pas favorables à la nidification de l'espèce. Le Faucon pèlerin peut toutefois y chasser	Significatif	Augmentation
A138	Gravelot à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>)	Milieux côtiers. Vasières et bancs de sable sans végétations, plages de galets, dunes côtières et plages de sable, estuaires	Insectes, mollusques, vers et crustacés	Destruction de milieux favorables liée à l'urbanisation, aux activités économiques et à l'érosion maritime, dérangement pendant la nidification, prédation	Les hauts de plage de la partie de ZPS comprise dans l'aire d'étude sont favorables à la nidification de l'espèce. Celle-ci se nourrissant dans les laisses de mer	Bon	Augmentation
A176	Mouette mélanocéphale (<i>Larus melanocephalus</i>)	Milieux aquatiques humides. Reproduction : bras de mer, vasières et bancs de sable sans végétations, marais salés, prés-salés (schorres), steppes salées et fourrés sur gypse, lagunes. Hivernage : estuaires et rivières tidales (soumises à marées), plage de galets, eaux courantes, prairies humides et mégaphorbiaies	Insectes terrestres et aquatiques en période de reproduction et entre temps de petits poissons, des mollusques divers, des gastéropodes, des vers de terre, larves, coléoptères, voire de petits rongeurs	Dérangement des colonies, variations brutales des niveaux d'eau, développement des ligneux sur les sites de nidification	En période hivernale, la Mouette mélanocéphale s'alimente sur l'estran ou dans les eaux peu profondes de l'aire d'étude	Bon	Augmentation

Code	Espèce	Habitats	Régime alimentaire	Menaces potentielles	Situation dans l'aire d'étude	État de conservation à l'échelle du site (FSD)	Tendance à long terme des effectifs (rapportage 2019)
A222	Hibou des marais (<i>Asio flammeus</i>)	Milieux semi-ouverts. Reproduction : Prés salés, dunes côtières fixées, landes et tourbières hautes	Strictement carnivore, majoritairement le campagnol des champs, mais aussi d'autres micromammifères, oiseaux, et occasionnellement insectes, crustacés reptiles et amphibiens	Disparition et dégradation des zones humides favorables et des prairies de chasse, impact du trafic routier, empoisonnement	Espèce hivernante pouvant fréquenter les milieux dunaires de l'aire d'étude	Significatif	Inconnue
A229	Martin-pêcheur d'Europe (<i>Alcedo atthis</i>)	Milieux aquatiques humides. Eaux stagnantes, saumâtres et salées, eaux douces stagnantes, eaux douces courantes, estuaires	Petits poissons majoritairement, mais aussi batraciens, lézards, insectes aquatiques, crustacés (crevettes et écrevisses) en faible quantité	Modification des cours d'eau et reprofilage des berges, eutrophisation, étiages estivaux accentuent la dégradation des milieux, déboisement des berges, aménagement des bords de cours d'eau et dérangements fréquents	L'espèce est susceptible de fréquenter le Grand Douet pour s'alimenter	Significatif	Déclin
A004	Grèbe castagneux (<i>Tachybaptus ruficollis</i>)	En période de reproduction : les plans d'eau ou les anses d'une profondeur inférieure au mètre et d'une superficie inférieure à l'hectare, avec des berges couvertes par la végétation aquatique. En période internuptiale : les lacs et les grands plans d'eau artificiels, ainsi que les estuaires et les côtes bien protégées	Insectes, larves, mollusques, crustacés, larves d'amphibiens et petits poissons	La régression des zones humides, leur mauvaise gestion et les dérangements	En période hivernale, le Grèbe castagneux s'alimente dans les eaux peu profondes de l'aire d'étude	Significatif	Inconnue
A052	Sarcelle d'hiver (<i>Anas crecca</i>)	Marais ou zones inondées de faible profondeur	Petits mollusques, crustacés, insectes aquatiques, graines de plantes palustres	Perte et dégradation de ses habitats et pression de chasse	Espèce hivernante qui affectionne les eaux côtières peu profondes au sein de l'aire d'étude	Bon	Augmentation

Code	Espèce	Habitats	Régime alimentaire	Menaces potentielles	Situation dans l'aire d'étude	État de conservation à l'échelle du site (FSD)	Tendance à long terme des effectifs (rapportage 2019)
A137	Grand Gravelot (<i>Charadrius hiaticula</i>)	Milieux côtiers. Vasières et bancs de sable sans végétations, plages de galets, dunes côtières et plages de sable, estuaires	Insectes, mollusques, vers et crustacés	Destruction de milieux favorables liée à l'urbanisation, aux activités économiques et à l'érosion maritime, dérangement pendant la nidification, prédation	Les hauts de plage de la partie de ZPS comprise dans l'aire d'étude sont favorables à la nidification de l'espèce. Celle-ci se nourrit dans les laisses de mer	Significatif	Augmentation

12.9.

ANALYSE DES INCIDENCES DIRECTES OU INDIRECTES, TEMPORAIRES OU PERMANENTE SUR L'ÉTAT DE CONSERVATION DES SITES NATURA 2000 CONSIDÉRÉS

L'analyse des incidences directes et indirectes, temporaires ou permanentes du Projet sur l'état de conservation des habitats et espèces se fonde sur les résultats des différentes parties de l'étude d'impact du Projet, objet du présent dossier. Les principales conclusions de l'étude d'impact sont présentées ci-après.

Elle s'appuie sur les informations concernant la localisation des habitats et espèces vis-à-vis des émissions et des rejets liés au Projet, ainsi que sur leur état de conservation, présentés dans les paragraphes précédents.

12.9.1. RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR LES SITES NATURA 2000

12.9.1.1. PRÉLÈVEMENTS D'EAU DOUCE CONTINENTALE

Le site de Flamanville prélève de l'eau douce continentale pour ses besoins de production d'eau déminéralisée. Les prélèvements sont réalisés dans les trois rivières côtières que sont la Diélette, le Petit Douet et le Grand Douet.

L'analyse concerne les prélèvements réalisés dans le Grand Douet, en effet seule la ZPS « Lande et Dunes de La Hague » est potentiellement concernée par cette station de prise d'eau et par la portion de cours d'eau du Grand Douet concernée par les prélèvements. Les autres prises d'eau et cours d'eau ne sont pas inclus dans les sites Natura 2000 de l'aire d'étude.

Le prélèvement d'eau se fait via une dérivation qui est pratiquée du Grand Douet vers le Petit Douet. Elle est autorisée pour un prélèvement maximal de 31 L/s en régime exceptionnel et normal dans le Grand Douet.

Le débit moyen interannuel du Grand Douet sur la période [2002-2019] étant de 301 L/s et le QMNA5 de 53°L/s, cela représente donc un prélèvement de 10 % pour un débit moyen du Grand Douet et de 58 % du QMNA5 (débit d'un étiage simple). À noter cependant que le débit réservé du Grand Douet est fixé à 23 L/s et que le site prend toutes les dispositions nécessaires pour respecter les débits en aval du prélèvement, notamment via un contrôle en continu du débit du Grand Douet.

Par ailleurs, des actions sont prévues (et menées depuis plusieurs années par le site) pour diminuer sa consommation d'eau dans les trois cours d'eau. Les efforts portent sur :

- l'exploitation des réacteurs : en terme de besoin en eau déminéralisée, le réacteur EPR se caractérise par un système de conditionnement chimique du poste d'eau au démarrage donnant une meilleure qualité d'eau. Cela permet ainsi de réduire de 30 % la consommation d'eau au démarrage (rapportée à la puissance installée). En fonctionnement normal la consommation d'eau déminéralisée (rapportée à la puissance installée) est comparable à celle d'un réacteur de 1300 MWe ;
- l'exploitation de la station de déminéralisation, au travers de la réduction à la source des besoins en eau douce filtrée et en eau déminéralisée, et au travers l'installation d'une unité de dessalement visant à produire de l'eau déminéralisée à partir d'eau de mer pour les besoins des trois réacteurs du site de Flamanville, et ainsi suppléer en partie la station de déminéralisation actuelle, consommatrice d'eau douce superficielle.

Concernant les aménagements liés aux prélèvements d'eau, les réacteurs 1-2 et EPR utilisent des ouvrages communs au site de Flamanville. Ces ouvrages sont déjà existants et suffisamment dimensionnés pour l'ensemble des trois réacteurs.

Ainsi, au regard des éléments présentés ci-dessus, les prélèvements d'eau douce effectués dans le Grand Douet par le site de Flamanville (réacteur 3 et réacteurs 1 et 2 cumulés) sont réalisés en respectant les débits réservés, afin de permettre de garantir un débit minimum biologique.

L'analyse des données des prélèvements d'eau douce continentale liés au site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) ne met pas en évidence d'impact notable sur l'hydrologie ni sur l'environnement aquatique.

12.9.1.2. REJETS THERMIQUES LIQUIDES

Le site de Flamanville prélève de l'eau en mer pour le refroidissement des condenseurs. Les eaux de refroidissement prélevées « froides » sont intégralement rejetées à la mer après circulation dans les condenseurs où elles se sont échauffées.

L'évaluation de l'incidence des rejets thermiques (liquides) est réalisée en évaluant les variations de températures induites par l'ajout du réacteur 3 du site de Flamanville à l'aide d'un modèle numérique.

Ces données permettent d'étudier la position du panache selon plusieurs configurations de fonctionnement du site et pour différentes conditions de marées par comparaison au panache des réacteurs 1 et 2.

Les fonctionnements du site simulés sont :

- trois réacteurs en fonctionnement normal (à 100 % de puissance) ;
- réacteurs 1 et 2 en fonctionnement normal (à 100 % de puissance) et réacteur EPR en fonctionnement particulier ;
- réacteur EPR seul en fonctionnement normal (à 100 % de puissance).

Les simulations ont été réalisées avec :

- un débit de rejet de 45 m³/s par réacteur et un échauffement imposé au rejet de 15°C (qui correspond à la limite réglementaire) pour les réacteurs 1 et 2 en fonctionnement normal ;
- un débit de rejet de 58 m³/s et un échauffement imposé au rejet de 14°C (qui correspond à la limite réglementaire) pour le réacteur 3 en fonctionnement normal ;
- un débit de rejet de 36 m³/s et un échauffement imposé au rejet de 21°C (qui correspond à la limite réglementaire dans les situations particulières d'exploitation) pour le réacteur EPR en fonctionnement particulier.

L'analyse montre que l'incidence sur les eaux de surface des rejets thermiques du site de Flamanville (rejets dus à l'exploitation du réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) reste localisée au regard de la masse d'eau réceptrice, du fait de la position des rejets au large et de la forte capacité de dilution dans cette zone, liée aux courants de marée de la Manche. En effet, du fait du déplacement permanent du panache et de sa variabilité spatiale suivant les coefficients de marée, les zones soumises aux rejets thermiques ne sont pas exposées en permanence. L'incidence des rejets thermiques concerne principalement la surface, les zones plus profondes n'étant pas impactées de manière notable.

12.9.1.3. REJETS RADIOACTIFS LIQUIDES ET À L'ATMOSPHÈRE

Comme présenté aux [Paragraphe 12.5.1.1](#) et [Paragraphe 12.5.2.2](#), le Projet est à l'origine de rejets radioactifs liquides et à l'atmosphère.

L'impact des rejets radioactifs (à l'atmosphère et liquides) sur l'environnement est évalué d'une part, au travers de l'évaluation rétrospective sur la base des mesures effectuées dans l'environnement autour du site de Flamanville et d'autre part grâce à une évaluation prospective du risque radiologique pour les écosystèmes terrestres et aquatiques.

Évaluation rétrospective

L'évaluation rétrospective de l'état radiologique de l'environnement au voisinage du site de Flamanville s'appuie sur les études radioécologiques « bas bruit de fond » menées avant et depuis la mise en service du site.

Ces études radioécologiques sont fondées sur un programme d'échantillonnage et d'analyses qui vise à caractériser finement les niveaux de radioactivité dans l'environnement et à évaluer dans quelle mesure l'exploitation des installations du site contribue à l'apport de radionucléides artificiels sur le long terme dans le milieu récepteur au regard des autres sources potentielles.

L'évaluation montre que les rejets d'effluents radioactifs effectués jusqu'à ce jour par les réacteurs 1 et 2 du CNPE de Flamanville n'ont globalement pas modifié les caractéristiques radiologiques des milieux terrestre et aquatique. La radioactivité présente dans l'environnement aquatique et terrestre du site de Flamanville est majoritairement d'origine naturelle et est du même ordre de grandeur depuis l'état de référence initial. Le fonctionnement du CNPE de Flamanville n'a pas conduit à une augmentation significative des niveaux de radioactivité dans l'environnement.

Évaluation prospective du risque environnemental

Afin d'évaluer l'incidence potentielle des rejets d'effluents radioactifs, une évaluation du risque environnemental est réalisée. La méthode employée par EDF résulte de la mise à disposition d'un outil, développé dans le cadre d'un programme de recherche Européen (ERICA 2004-2007), permettant d'évaluer le risque environnemental induit par la présence de radionucléides dans les écosystèmes terrestres et aquatiques. L'outil est utilisé par EDF depuis 2008. La version utilisée pour la présente évaluation est la version V1.2.1 de février 2016.

L'évaluation du risque environnemental associé aux rejets radioactifs aux limites de rejet autorisées du site de Flamanville (décision « Limites ») réalisée selon la méthodologie ERICA permet de conclure au caractère négligeable du risque.

En conclusion, de façon rétrospective, les rejets radioactifs effectués par les réacteurs 1 et 2 n'ont globalement pas modifié les caractéristiques radiologiques du milieu récepteur. La radioactivité présente dans les milieux terrestre et aquatique du site de Flamanville est du même ordre de grandeur depuis l'état de référence initial et est majoritairement d'origine naturelle.

De façon prospective, l'évaluation du risque environnemental associé aux limites des rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides dans le cadre du fonctionnement des trois réacteurs du site de Flamanville montre que celui-ci est négligeable selon la méthodologie ERICA.

Au vu des éléments présentés ci-dessus, l'analyse du fonctionnement du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) ne met pas en évidence d'incidence négative notable sur l'état radiologique de l'environnement.

12.9.1.4. REJETS CHIMIQUES LIQUIDES

Comme présenté au [Paragraphe 12.5.2.2](#) le Projet est à l'origine de rejets chimiques liquides.

L'évaluation des incidences des rejets chimiques liquides du site de Flamanville sur la qualité des eaux de surface repose sur :

- Une évaluation rétrospective de l'incidence des rejets chimiques liquides à partir des données issues de la surveillance chimique et hydroécologique du CNPE de Flamanville sur la période [2010-2019]. Cette analyse sert de base pour évaluer l'incidence des rejets des substances du site de Flamanville (évolutive avec l'ajout du réacteur 3).
- Une évaluation prospective de l'évaluation quantitative substance par substance de l'incidence des rejets chimiques liquides du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2).

Évaluation rétrospective

L'analyse rétrospective de l'ensemble des mesures réalisées dans l'environnement du site de Flamanville sur la chimie, la physico-chimie et les différents compartiments biologiques ne met pas en évidence d'incidence notable sur les écosystèmes marins concernés par le fonctionnement du site de Flamanville.

Évaluation prospective

L'évaluation substance par substance de l'impact des rejets chimiques liquides en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'impact environnemental sur les écosystèmes marins du site de Flamanville.

En conclusion, l'analyse des rejets chimiques liquides ne met pas en évidence d'impact environnemental notable sur l'écosystème marin du site de Flamanville.

12.9.1.5. REJETS CHIMIQUES À L'ATMOSPHÈRE

Comme présenté au [Paragraphe 12.5.1.2](#) le Projet est à l'origine de rejets chimiques à l'atmosphère.

Les rejets chimiques à l'atmosphère sont principalement constitués de gaz d'échappement (oxyde de soufre et d'azote) des groupes électrogènes de secours pendant les essais périodiques, des émanations de formol et de monoxyde de carbone des calorifuges neufs et des rejets d'ammoniac lors des phases de redémarrages de réacteur.

L'analyse des incidences de ces rejets chimiques à l'atmosphère sur l'air et les facteurs climatiques, est étudiée au regard du respect des seuils définis dans le code de l'environnement (article R. 221-1) dont l'objectif est «°d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble°» est explicité. Pour les substances ne faisant pas l'objet d'une valeur de référence issue de la réglementation sur la qualité de l'air, l'analyse montre que les rejets chimiques à l'atmosphère attribuables au site de Flamanville n'engendreront pas d'effet sur la qualité de l'air autour du site.

L'analyse de l'incidence permet d'affirmer que les rejets chimiques à l'atmosphère associés à l'exploitation du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) n'ont pas d'incidence notable sur la qualité de l'air et le climat.

12.9.2. ANALYSE DES INCIDENCES POTENTIELLES CUMULÉES POUR CHAQUE HABITAT ET ESPÈCE CONCERNÉS PAR LE PROJET

Cette analyse traite de l'incidence potentielle des effets cumulés du Projet sur les habitats et les espèces inféodés au milieu marin, terrestre et aquatique continental. L'analyse est réalisée sur les habitats d'intérêt communautaire ou prioritaire au [Paragraphe 12.9.2.1](#) et sur les espèces d'intérêt communautaires au [Paragraphe 12.9.2.2](#).

Nota : une analyse des incidences cumulées liées au fonctionnement du réacteur 3 du site de Flamanville avec des projets existants ou approuvés (projets internes au CNPE de Flamanville (réacteurs 1 et 2) ou projets externes au site de Flamanville) est également réalisée.

Deux projets correspondant aux critères du 5°-e) de l'article R. 122-5 du code de l'environnement cités et pouvant être considérés dans l'analyse des incidences cumulées du fait de leurs rejets d'effluents radioactifs liquides et à l'atmosphère susceptibles de se cumuler avec ceux du réacteur 3 du site de Flamanville ont été recensés.

Il s'agit des projets suivants liés à l'activité de la société Orano Cycles SA sur le site de La Hague :

- Le projet de démantèlement partiel de l'INB n° 33 dénommée « UP2-400 » située sur le site Orano de La Hague.
- Le projet de démantèlement partiel de l'INB n° 38 dénommée « Station de Traitement des Effluents et déchets solides (STE2) et Atelier des combustibles nucléaires oxyde (AT1) » située sur le site Orano de La Hague.

La distance entre le site de Flamanville et l'usine ORANO La Hague est d'environ de 15 km à vol d'oiseau.

Cela étant, l'analyse de l'état radiologique de l'environnement montre au sein de la zone d'étude pour les incidences cumulées, la présence de radionucléides provenant potentiellement des rejets liquides et atmosphériques de l'usine ORANO La Hague.

Les études d'impact des deux projets de l'usine ORANO La Hague retenus pour l'analyse des incidences cumulées, présentent l'étude du cumul des incidences de ces deux projets avec l'ensemble du site Orano. Cette étude présente les conclusions suivantes :

- Le cumul des rejets radioactifs du site (incluant les opérations des deux projets et les INB en fonctionnement) reste inférieur aux limites fixées par les autorisations de rejet du site de Flamanville.
- Considérant l'ensemble des rejets radioactifs (incluant les opérations des deux projets et les INB en fonctionnement) aux limites des autorisations de rejets :
 - pour tous les groupes de population, l'impact annuel radiologique sur la santé de l'ensemble des rejets radioactifs liquides et à l'atmosphère est très inférieur à la limite réglementaire de dose additionnelle pour le public fixée à 1 mSv/an ;
 - l'impact radiologique sur l'environnement lié à l'ensemble des rejets radioactifs liquides et à l'atmosphère est négligeable.

Ainsi, les deux projets du site Orano La Hague ne sont pas susceptibles de faire évoluer de façon significative les rejets radioactifs de l'usine ORANO La Hague et donc *a fortiori* ne sont pas susceptibles de faire évoluer l'état radiologique de l'environnement du site de Flamanville.

L'analyse des incidences cumulées liées au fonctionnement du réacteur 3 du site de Flamanville avec des projets existants ou approuvés, ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème autour du site et donc *a fortiori* sur les sites Natura 2000 concernés.

12.9.2.1. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR LES HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE OU PRIORITAIRE

Au vu de la définition des habitats concernés par le Projet (Cf. [Tableau 12.m](#)), il en résulte les éléments suivants.

- **Habitats uniquement concernés par les rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides**

L'habitat 1110 « Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine » a été inventorié au sein de l'aire d'étude. Les principales menaces auxquelles cet habitat est exposé sont la dégradation de la qualité des eaux, l'immersion de sédiments, les perturbations naturelles (hydrodynamisme, turbidité), les évolutions climatiques, l'érosion, la pêche embarquée, les travaux maritimes, la production d'électricité et l'introduction d'espèces.

L'habitat 1160 « Grandes criques et baies peu profondes » a été inventorié au sein de l'aire d'étude. Les principales menaces auxquelles cet habitat est exposé sont la dégradation de la qualité des eaux, l'immersion de sédiments, les perturbations naturelles (hydrodynamisme, turbidité), les évolutions climatiques, l'érosion, la pêche embarquée, les travaux maritimes, la production d'électricité et l'introduction d'espèces.

L'habitat 1170 « Récifs » a été inventorié au sein de l'aire d'étude. Les principales menaces auxquelles cet habitat est exposé sont la dégradation de la qualité des eaux, l'immersion de sédiments, les perturbations naturelles (hydrodynamisme, turbidité), les évolutions climatiques, l'érosion, la pêche embarquée, les travaux maritimes, la production d'électricité et l'introduction d'espèces.

Au vu des éléments présentés au [Paragraphe 12.9.1](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable des rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides sur l'environnement.

Au vu de ces éléments, le Projet, objet du présent dossier, n'aura donc pas d'incidence significative, directe ou indirecte, permanente ou temporaire, sur l'état de conservation des habitats.

Ainsi, les caractéristiques écologiques du milieu, qui déterminent la richesse écologique des habitats étudiés ne sont pas remises en cause par le Projet.

Au regard des conclusions présentées au [Paragraphe 12.9.1](#), le Projet n'aura pas d'incidence significative, directe ou indirecte, temporaire ou permanente sur l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire 1110, 1160 et 1170 ayant justifié la désignation de la ZSC « Anse de Vauville » et de la ZSC « Banc et récifs de Surtainville ».

- **Habitats uniquement concernés par les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère**

L'habitat 1210 « Végétation annuelle des laissés de mer » a été inventorié au sein de l'aire d'étude. Les principales menaces auxquelles cet habitat est exposé sont la surfréquentation, le nettoyage mécanique des plages et l'artificialisation du trait de côte.

L'habitat 2110 « Dunes mobiles embryonnaires » a été inventorié au sein de l'aire d'étude. Les principales menaces auxquelles cet habitat est exposé sont la fréquentation, l'artificialisation et la modification de la dynamique sédimentaire des littoraux par constructions d'enrochements ou d'épis. Cet habitat est également sensible au remodelage parfois trop systématique de la dune bordière en un linéaire homogène continu. Enfin, il est menacé par destruction dans le cadre d'aménagements touristiques ou portuaires, et d'urbanisation littorale

L'habitat 2120 « Dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches) » a été inventorié au sein de l'aire d'étude. Les principales menaces auxquelles cet habitat est exposé sont l'artificialisation et la modification de la dynamique sédimentaire des littoraux par constructions d'enrochements, d'ouvrages de défense contre la mer, d'épis, ou d'infrastructures portuaires ou de cales d'accès implantées en amont du sens de la dérive littorale.

L'habitat 2130* « Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises) » a été inventorié au sein de l'aire d'étude. Les principales menaces auxquelles cet habitat est exposé sont la fréquentation piétonne et motorisée, le surpâturage, la mise en culture ou le maraîchage, les enrésinements locaux, l'installation d'habitats légers de loisirs, la dynamique de fermeture de certains secteurs de dune avec développement d'arbustes ou de la fougère aigle...

Au vu des éléments présentés au [Paragraphe 12.9.1](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable des rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère sur l'air et les facteurs climatiques, sur l'état radiologique de l'environnement, ni sur l'environnement autour du Projet.

Ainsi, les caractéristiques écologiques du milieu, qui déterminent la richesse écologique des habitats étudiés ne sont pas remises en cause par le Projet.

Au regard des conclusions présentées au [Paragraphe 12.9.1](#), le Projet n'aura pas d'incidence significative, directe ou indirecte, temporaire ou permanente sur l'état de conservation de ces habitats d'intérêt communautaire ou prioritaire 1210, 2110, 2120 et 2130 ayant justifié la désignation de la ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville ».

- **Habitats uniquement concernés par les prélèvements d'eau douce continentale et par les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère**

L'habitat 1140 « Replats boueux ou sableux exondés à marée basse » a été inventorié au sein de l'aire d'étude. Aucune menace n'est identifiée pour cet habitat.

L'habitat 2170 « Dunes à *Salix repens* spp. *argentea* (*Salicion arenariae*) » a été inventorié au sein de l'aire d'étude. La principale menace à laquelle cet habitat est exposé est la modification du niveau de la nappe phréatique.

L'habitat 2190 « Dépressions humides intradunaires » a été inventorié au sein de l'aire d'étude. La principale menace à laquelle cet habitat est exposé est la surfréquentation.

L'habitat 91E0* « Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) » a été inventorié au sein de l'aire d'étude. La principale menace à laquelle cet habitat est exposé est la modification du niveau de la nappe phréatique.

Au vu des éléments présentés au [Paragraphe 12.9.1](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable des prélèvements d'eau et des rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère sur l'air et les facteurs climatiques, sur l'état radiologique de l'environnement, ni sur l'environnement autour du Projet.

Ainsi, les caractéristiques écologiques du milieu, qui déterminent la richesse écologique des habitats étudiés ne sont pas remises en cause par le Projet.

Au regard des conclusions présentées au [Paragraphe 12.9.1](#), le Projet n'aura pas d'incidence significative, directe ou indirecte, temporaire ou permanente sur l'état de conservation de ces habitats d'intérêt communautaire ou prioritaire 1140, 2170, 2190 et 91E0 ayant justifié la désignation de la ZSC « Massif dunaire de Héauville à Vauville ».

12.9.2.2. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR LES ESPÈCES D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE

Au vu de la définition des espèces concernées par le Projet (Cf. [Tableau 12.n](#)), il en résulte les éléments suivants.

- **Espèces uniquement concernées par les rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides**

Au vu de la définition des mammifères marins et des oiseaux concernés par le [Tableau 12.n](#), le Grand dauphin (1349), le Marsouin commun (1351), le Phoque veau marin (1365), le Plongeon catmarin (A001), le Plongeon arctique (A002) et le Plongeon imbrin (A003) sont susceptibles d'être influencés par les rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides.

Le DOCOB de la ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville » et de la ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville » est en cours d'élaboration. Le rapport de diagnostic écologique est disponible et précise que les principales menaces auxquelles sont exposées les espèces de mammifères marins sont les captures accidentelles, les émissions de bruit, le dérangement, les pollutions chimiques et les macrodéchets.

La ZPS n° FR2512002 « Landes et dunes de La Hague » ne bénéficiant pas d'un DOCOB, les principales menaces auxquelles sont exposées ces espèces ne sont pas identifiées.

Au vu des éléments présentés au [Paragraphe 12.9.1](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable des rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides sur l'environnement marin du Projet.

De ce fait, les paramètres du milieu aquatique qui déterminent les caractéristiques écologiques des milieux de vie des espèces étudiées ne sont pas remises en cause par le Projet.

Au regard des conclusions présentées au [Paragraphe 12.9.1](#), le Projet n'aura pas d'incidence significative, directe ou indirecte, temporaire ou permanente sur l'état de conservation de ces espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC « Anse de Vauville », de la ZSC « Banc et récifs de Surtainville » et de la ZPS « Landes et dunes de La Hague ».

- **Espèces uniquement concernées par les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère**
Au vu de la définition des oiseaux concernés par le [Tableau 12.n](#), le Busard Saint-Martin (A082), le Faucon émerillon (A098), le Faucon pèlerin (A103), le Hibou des marais (A222) et le Martin-pêcheur d'Europe (A229) sont susceptibles d'être influencés par les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère.
La ZPS n° FR2512002 « Landes et dunes de La Hague » ne bénéficiant pas d'un DOCOB, les principales menaces auxquelles sont exposées ces espèces ne sont pas identifiées.
Au vu des éléments présentés au [Paragraphe 12.9.1](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable des rejets à l'atmosphère sur l'air et les facteurs climatiques ni sur l'état radiologique de l'environnement autour du Projet.
De ce fait, les paramètres du milieu atmosphérique qui déterminent les caractéristiques écologiques des milieux de vie des espèces étudiées ne sont pas remises en cause par le Projet.

Au regard des conclusions présentées au [Paragraphe 12.9.1](#), le Projet n'aura pas d'incidence significative, directe ou indirecte, temporaire ou permanente sur l'état de conservation de ces espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZPS n° FR2512002 « Landes et dunes de La Hague ».

- **Espèces uniquement concernées par les rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides et les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère**
Au vu de la définition des oiseaux concernés par le [Tableau 12.n](#), le Gravelot à collier interrompu (A138), la Mouette mélanocéphale (A176), la Grèbe castagneux (A004), la Sarcelle d'hivers (A052) et le Grand Gravelot (A137) sont susceptibles d'être influencés par les rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides, ainsi que les rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère.
La ZPS n° FR2512002 « Landes et dunes de La Hague » ne bénéficiant pas d'un DOCOB, les principales menaces auxquelles sont exposées ces espèces ne sont pas identifiées.
Au vu des éléments présentés au [Paragraphe 12.9.1](#), l'analyse réalisée ne met pas en évidence d'incidence notable des rejets thermiques, radioactifs et chimiques liquides, ainsi que des rejets radioactifs et chimiques à l'atmosphère sur l'air et les facteurs climatiques, sur l'état radiologique de l'environnement autour du Projet, ni sur l'environnement du Projet.
De ce fait, les paramètres du milieu atmosphérique qui déterminent les caractéristiques écologiques des milieux de vie des espèces étudiées ne sont pas remises en cause par le Projet.

Au regard des conclusions présentées au [Paragraphe 12.9.1](#), le Projet n'aura pas d'incidence significative, directe ou indirecte, temporaire ou permanente sur l'état de conservation de ces espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZPS « Landes et dunes de La Hague ».

12.10.

ANALYSE DES MÉTHODES UTILISÉES

L'évaluation de l'impact du Projet sur les sites Natura 2000 a été menée selon la méthodologie définie à l'article R. 414-23 du code de l'environnement, éclairée par le « Guide méthodologique pour l'évaluation des incidences des Projets et programmes d'infrastructures et d'aménagement sur les sites Natura 2000 » édité en 2004 par le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD).

12.10.1. DÉLIMITATION DE L'AIRE D'ÉTUDE

La délimitation de l'aire d'étude est basée sur la démarche suivante :

- identification des interactions potentielles du Projet avec l'environnement ;
- étude du périmètre d'influence potentielle maximale de chacune de ces interactions ;
- délimitation de la zone d'influence du Projet, sur la base des éléments précédents.

Le périmètre d'étude ainsi défini est considéré comme enveloppe de l'ensemble des zones d'influences potentielles des différents impacts identifiés. Les zones Natura 2000, hors de ce périmètre d'étude, sont donc considérées comme hors zone d'influence et ne sont donc pas étudiées.

L'aire d'étude est définie de façon itérative. Dans le cas où un impact devait être mis en évidence, cette aire serait réévaluée en conséquence et prise en compte dans la présente étude d'impact.

12.10.2. DESCRIPTION DES HABITATS ET ESPÈCES DES SITES NATURA 2000 RECELSÉS SUR L'AIRE D'ÉTUDE ET DE LEUR ÉTAT DE CONSERVATION

La description des habitats et espèces présentes au niveau des sites Natura 2000 de l'aire d'étude repose sur les données présentées au [Paragraphe 12.5](#), en particulier sur les éléments disponibles dans les FSD, les DOCUMENTS d'OBJECTIFS disponibles et les études naturalistes menées préalablement.

Certaines données utilisées proviennent de la bibliographie ou d'inventaires qui peuvent être réalisées en dehors de l'aire d'étude. Ces données concernent des espèces mobiles susceptibles d'être présentes ou potentiellement présentes dans l'aire d'étude. Ces données sont donc considérées comme représentatives de l'état initial de l'aire d'étude.

12.10.3. IDENTIFICATION DES HABITATS ET ESPÈCES CONCERNÉS

Cette étape met en relation les interactions du Projet avec l'environnement, l'écologie des habitats et la biologie des espèces, afin de déterminer les habitats et espèces qui pourraient être concernés par des effets directs ou indirects liés au Projet. Cette étape est présentée sur la [Figure 12.j](#).

12.10.4. ÉTUDE DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS ET DES ESPÈCES CONCERNÉS PAR LE PROJET

Elle repose principalement sur les données des FSD et DOCOB des sites Natura 2000 considérés. La biologie générale des habitats et espèces à proximité du Projet est précisée ainsi que leur localisation et le type de menaces encourues. Le statut UICN (Union International pour la Conservation de la Nature), le bilan réalisé par le MNHN (Muséum National d'Histoire Naturelle) sur l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire sont également présentés.

12.10.5. ANALYSE DES INCIDENCES DIRECTES, INDIRECTES, PERMANENTES ET TEMPORAIRE DU CNPE SUR L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS ET ESPÈCES CONCERNÉS

L'évaluation des incidences « Natura 2000 » repose sur les conclusions de l'étude des incidences sur l'environnement réalisée au [Paragraphe 12.9.2](#). Est évalué l'effet de chaque interaction avec les composantes du milieu déterminant les composantes écologiques nécessaires aux habitats et aux espèces étudiées.

Les effets directs ou indirects, permanents ou temporaires du Projet sur l'état de conservation des espèces et des habitats sont étudiés en détail.

Il faut noter cependant que l'état de l'art des connaissances sur les relations « pressions/impacts » par espèce est très faible (surtout pour les rejets), et que l'analyse reste donc une description qualitative de la tendance générale sur les habitats et espèces considérés.

12.11.

CONCLUSION DE L'ÉVALUATION DES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ÉTAT DES CONSERVATION DES SITES NATURA 2000

Au regard de l'analyse des incidences directes et indirectes, temporaires ou permanentes du fonctionnement du Projet, objet du présent dossier, ces derniers ne remettront pas en cause l'état de conservation des habitats et espèces prioritaires ou d'intérêt communautaire ayant prévalu à la désignation des sites Natura 2000 de l'aire d'étude, à savoir :

- La ZSC n° FR2502019 « Anse de Vauville » ;
- La ZSC n° FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville » ;
- La ZSC n° FR2502018 « Banc et récifs de Surtainville » ;
- La ZPS n° FR2512002 « Landes et dunes de La Hague ».

Par ailleurs, le Projet ne remet pas en cause les objectifs de gestion définis dans le DOCOB du site Natura 2000 FR2500083 « Massif dunaire de Héauville à Vauville ».

De ce fait, il n'est pas proposé de mesure pour éviter ou réduire les incidences du Projet sur l'état de conservation des sites Natura 2000.

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 13 - Conclusion de l'étude d'impact

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

CONCLUSION.....	5
-----------------	---

C ONCLUSION

La présente étude d'impact est réalisée dans le cadre de la **Demande de Mise En Service (DMES)** du réacteur 3 du site de Flamanville.

Le site de Flamanville sera constitué, après démarrage de l'EPR, de trois réacteurs à eau pressurisée refroidis en circuit ouvert.

La présente étude d'impact évalue les incidences du fonctionnement du réacteur 3 de type EPR du site de Flamanville sur l'environnement et la santé humaine.

Lorsque cela est pertinent du fait notamment de la mutualisation de certains équipements, et afin de disposer d'une vision d'ensemble des effets du fonctionnement du site de Flamanville, les impacts liés à la mise en service et au fonctionnement du réacteur 3 font l'objet d'une appréciation globale avec ceux des réacteurs 1 et 2.

L'étude présente également les mesures prévues pour éviter et réduire les effets du projet sur l'environnement et la santé humaine ainsi que les modalités de suivi et de surveillance des effets du projet sur l'environnement

Cette étude d'impact est réalisée conformément aux exigences des articles R. 122-5 et R. 593-17 du code de l'environnement.

Les interactions du fonctionnement du réacteur 3 et du fonctionnement des réacteurs 1 et 2 (quand il y a des installations communes aux trois réacteurs) sont étudiées pour les facteurs suivants : l'air et les facteurs climatiques, les eaux de surface, les sols et les eaux souterraines, la radioécologie, la biodiversité, la population et la santé humaine, les activités humaines et la gestion des déchets. L'analyse des incidences cumulées avec d'autres projets existants ou approuvés, et l'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 sont également présentées.

L'analyse des incidences du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées avec les réacteurs 1 et 2) ne met pas en évidence d'incidences négatives notables sur la qualité de l'air, sur l'environnement aquatique, sur les espaces naturels remarquables, la faune, la flore et les fonctionnalités écologiques. Elle ne met pas non plus en évidence de risque sanitaire sur les populations avoisinantes potentiellement exposées aux substances émises, que ce soit par ingestion d'eau de mer lors de baignades, par consommation de produits de la mer ou par inhalation.

Le fonctionnement du site de Flamanville (réacteur 3 et installations communes avec les réacteurs 1 et 2) ne remet pas en cause l'état de conservation des habitats et espèces prioritaires ou d'intérêt communautaire ayant prévalu à la désignation des sites Natura 2000 de l'aire d'étude. Il ne remet pas non plus en cause les objectifs de gestion définis dans les DOCOB de ces sites Natura 2000.

Enfin, le site assure une gestion appropriée à chaque type de déchets et une évacuation de ces derniers respectant les spécifications d'acceptation de leur filière de traitement et les réglementations en vigueur :

- la gestion des déchets est optimisée au regard de l'impact global sur l'environnement et la santé ;
- des dispositions sont prises pour que la gestion des déchets réponde aux objectifs fixés aux articles L. 541-1 et au II de l'article L. 541-1-2 du code de l'environnement ;
- l'installation est compatible avec les prescriptions du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (Cf. article R. 593-17 IV du code de l'environnement) ;
- des mesures sont prises pour limiter le volume de déchets et leur toxicité radiologique, chimique et biologique.

Les mesures envisagées pour éviter et réduire les incidences du fonctionnement du site consistent à diminuer le plus possible à la source les rejets, les déchets et les nuisances, afin de limiter l'impact résiduel sur la santé et sur l'environnement. Aucune incidence négative notable n'étant identifiée sur l'environnement et la santé humaine, il n'est pas proposé de mesures de compensation.

Les programmes de surveillance des rejets et de l'environnement apportent une vision globale et agrégée de l'effet des rejets sur les différents milieux récepteurs ou leurs composantes et permettent de suivre l'évolution naturelle du milieu récepteur et de déceler une évolution anormale qui proviendrait des activités du site.

ÉTUDE D'IMPACT

- Chapitre 14 - Auteurs de l'étude d'impact

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

Résumé non technique

Sommaire général et glossaire

Chapitre 1 – Objectifs et contenu de l'étude d'impact

Chapitre 2 – Description du projet

Chapitre 3 – Air et facteurs climatiques

Chapitre 4 – Eaux de surface

Chapitre 5 – Sols et eaux souterraines

Chapitre 6 – Radioécologie

Chapitre 7 – Biodiversité

Chapitre 8 – Population et santé humaine

Chapitre 9 – Activités humaines

Chapitre 10 – Gestion des déchets

Chapitre 11 – Analyse des incidences cumulées

Chapitre 12 – Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

Chapitre 13 – Conclusion de l'étude d'impact

Chapitre 14 – Auteurs de l'étude d'impact

ANNEXES

SOMMAIRE

AUTEURS DE L'ÉTUDE D'IMPACT	5
-----------------------------------	---

AUTEURS DE L'ÉTUDE D'IMPACT

L'étude d'impact a été établie sous la responsabilité du Service Environnement de la Division de l'Ingénierie du Parc et De l'Environnement (DIPDE) d'EDF. Ce service est un service d'ingénierie expert dans le domaine des dossiers règlementaires environnementaux de l'ensemble des installations nucléaires d'EDF :

EDF - DIPDE
Division de l'Ingénierie du Parc et De l'Environnement
Service Environnement
8 cours André Philip
69100 VILLEURBANNE

L'étude d'impact a été établie pour le compte de :

EDF - Site de Flamanville
50340 LES PIEUX

Au sein d'EDF, les auteurs de l'étude d'impact sont :

Nom	Qualité	Domaine de compétences
[]	Ingénieur	Dimensionnement des rejets liquides et atmosphériques
[]	Ingénieure	Dimensionnement des rejets liquides et atmosphériques
[]	Ingénieur	Dimensionnement des rejets liquides et atmosphériques
[]	Ingénieure	Surveillance des rejets liquides et atmosphériques
[]	Ingénieure	Surveillance des rejets liquides et atmosphériques
[]	Ingénieure	Radioécologie
[]	Ingénieure	Radioécologie
[]	Ingénieure	Population et santé humaine, activités humaines
[]	Ingénieur	Air et facteurs climatiques
[]	Ingénieur	Impact dosimétrique
[]	Projeteur	SIG, cartographie
[]	Ingénieur	Biodiversité
[]	Ingénieure	Pilotage de dossiers environnementaux
[]	Ingénieur	Sols et eaux souterraines
[]	Ingénieure	Hydroécologie et chimie de l'environnement
[]	Ingénieure	Conception des installations
[]	Ingénieur	Conception des installations
[]	Ingénieur	Acoustique
[]	Ingénieur	Acoustique
[]	Ingénieure	Thermie
[]	Ingénieure	Thermie

Les organismes externes dont les études support et les résultats ont été utilisés afin de réaliser l'étude d'impact sont les suivants :

Nom de l'organisme	Domaine de compétences	Nom de l'auteur	Qualité
Bureau Veritas	Inspection, audits et tests. Prestations d'évaluation de conformité et de certification appliqués aux domaines de la qualité, de la sécurité, de la santé, de l'environnement et de la responsabilité sociale	[] []	Ingénieure Ingénieur
Météo-France	Service météorologique et climatologique national	[]	Ingénieur
SGS	Laboratoire d'analyses environnementales	[]	Ingénieure
Seaneo	Conseil et services en environnement littoral et marin, en aquaculture et pêche	[]	Ingénieure
THEMA Environnement	Biodiversité	[]	Ingénieur
LNE (Laboratoire National de métrologie et d'Essais)	Thermographie aérienne	[]	Ingénieur

ÉTUDE D'IMPACT

- Annexe 1 -

Description des ouvrages de prélèvement d'eau et de rejet dans l'environnement

PLACE DE L'ANNEXE DANS LES ANNEXES DE L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 1	– Description des ouvrages de prélèvement d'eau et de rejet dans l'environnement
Annexe 2	– Traitement des effluents radioactifs liquides et gazeux
Annexe 3	– Description de la station de production d'eau déminéralisée (intégrant l'unité de dessalement)
Annexe 4	– Description des réseaux de collecte et de traitement des effluents non contaminables du site de Flamanville (dont électrochloration)
Annexe 5	– Données chimiques liquides
Annexe 6	– Biodiversité
Annexe 7	– Population et santé humaine

SOMMAIRE

1.	OUVRAGE DE PRISE ET DE REJET D'EAU EN MER DES RÉACTEURS 1 ET 2	5
1.1.	INTRODUCTION	5
1.2.	PRISE D'EAU	5
1.3.	FILTRATION	9
1.4.	CIRCUIT DE CIRCULATION	9
1.5.	REJETS EN MER.....	10
1.5.1.	Rejets directs	11
1.5.2.	Rejets dans le canal d'amenée.....	12
1.5.3.	Ouvrages de rejets	13
2.	OUVRAGE DE PRISE ET DE REJET D'EAU EN MER DU RÉACTEUR 3.....	14
2.1.	INTRODUCTION	14
2.2.	PRISE D'EAU	15
2.3.	FILTRATION	19
2.3.1.	Préfiltration (Système SEF)	19
2.3.2.	Filtration fine (Système CFI)	19
2.4.	CIRCUIT DE CIRCULATION	22
2.5.	REJETS EN MER.....	22
2.5.1.	Rejets directs	22
2.5.2.	Rejets dans le canal d'amenée.....	23
2.5.3.	Ouvrages de rejets	28
3.	OUVRAGES DE PRODUCTION D'EAU DOUCE À PARTIR DES EAUX DOUCES SUPERFICIELLES	31
3.1.	STATIONS DE POMPAGE	31
3.2.	CONDUITES D'ACHEMINEMENT.....	35
3.3.	BASSINS DE STOCKAGE	35
3.4.	JAVELLISATION	36

4. OUVRAGES DE PRODUCTION D'EAU DEMINERALISÉE À PARTIR DE L'EAU DE MER 36

TABLEAUX

Tableau a :	Émissaires de rejet en mer des réacteurs 1 et 2	11
Tableau b :	Émissaires de rejet dans le canal d'amenée des réacteurs 1 et 2	12
Tableau c :	Émissaire de rejet en mer du réacteur 3.....	22
Tableau d :	Émissaire de rejet dans canal d'amenée du réacteur 3.....	23

FIGURES

Figure a :	Schéma de principe des stations de pompage d'eau de mer des réacteurs 1 et 2	6
Figure b :	Stations de pompage (SDP) des réacteurs 1-2 – Vue panoramique.....	7
Figure c :	Stations de pompage des réacteurs 1-2 – Coupes longitudinales et transversales, vue en plan	8
Figure d :	Ouvrages des prélèvements et des rejets liquides du site de Flamanville	10
Figure e :	Schéma de principe des installations de rejet des circuits d'eau de réfrigération	13
Figure f :	Implantation des trois réacteurs et de leur station de pompage	15
Figure g :	Schéma de principe de la station de pompage d'eau de mer du réacteur 3	16
Figure h :	Station de pompage du réacteur 3 - Coupe et vue en plan	18
Figure i :	Vues d'une prise d'eau avec un filtre à chaînes et vue en coupe d'un filtre à chaînes.....	21
Figure j :	Localisation du débordement du toboggan de diversification SEC / SRU	24
Figure k :	Schéma de principe de l'ouvrage de pré-rejet	25
Figure l :	Trop-plein du bassin de rejet CRF	26
Figure m :	Schéma de principe des ouvrages de rejet en mer du réacteur 3 et vue en plan de leur implantation	28
Figure n :	Coupe du bassin de rejet du réacteur 3.....	29
Figure o :	Schéma d'implantation de l'évent	30
Figure p :	Schéma synoptique et vues des installations de pompage d'eau douce dans le Petit Douet et le Grand Douet	32
Figure q :	Schéma synoptique et vues des installations de la station de pompage d'eau douce dans la Diélette.....	33

1.

OUVRAGE DE PRISE ET DE REJET D'EAU EN MER DES RÉACTEURS 1 ET 2

1.1. INTRODUCTION

L'eau prélevée en mer assure les besoins en eau pour :

- le circuit d'eau de circulation (CRF) : eau de réfrigération des condenseurs et des auxiliaires conventionnels (SRI),
- le circuit d'eau brute secourue (SEC) des auxiliaires nucléaires (RRI) dont les calories doivent être évacuées en toute circonstance,
- le circuit de traitement d'eau de circulation par injection d'hypochlorite de sodium obtenu à partir de l'électrolyse de l'eau de mer (CTE),
- le circuit d'alimentation des pompes de lavage des tambours filtrants (CFI),
- le circuit de production d'eau déminéralisée à partir d'eau de mer (SDS).

1.2. PRISE D'EAU

Les stations de pompage des réacteurs 1 et 2 sont installées côte à côte dans le canal d'amenée (Cf. [Figure a](#) à [Figure c](#)). L'eau est captée directement en arrière de la digue qui isole le canal vis-à-vis de la Manche. Le tracé, la forme du canal et la présence de la digue permettent de réduire les plus fortes houles à un clapotis de l'ordre de 30 à 50 cm devant les deux stations de pompage. Le canal d'alimentation a une largeur approximative à la base de 50 m. Devant les stations de pompage, le fond du canal est à - 9 m NGF, le seuil des stations de pompage est à - 10,00 m NGF.

Afin d'arrêter les galets et le sable drainés dans le fond du canal, une fosse de 13 m de large, calée à la cote - 12,50 m NGF, est creusée dans le granit devant les stations de pompage.

Le long de la station de pompage, une passerelle flottante équipée d'une plaque plongeante (1 m environ) permet d'arrêter les corps flottants de grande dimension et les nappes d'hydrocarbures.

Chaque station de pompage est composée de deux voies d'eau comprenant les pompes CRF, situées à l'aval des grilles et des tambours filtrants CFI (préfiltration et filtration de l'eau brute). Ces pompes sont d'une capacité identique de 21,5 m³/s en moyenne chacune, soit 77 400 m³/h. Ce débit peut varier selon le marnage (environ 20 %).

Chaque voie comporte également deux pompes SEC : une en fonctionnement et une en secours. Chaque pompe peut assurer un débit de 0,83 m³/s en moyenne, soit 3 000 m³/h.

Deux pompes de prise d'eau de mer CTE, en secours l'une de l'autre, installées au niveau des puits SEC de la station de pompage, permettent l'alimentation de l'électrolyseur. Une pompe CTE a une capacité identique de 0,022 m³/s en moyenne chacune, soit 80 m³/h.

Chaque voie est équipée d'une pompe CFI de débit unitaire égal à 0,11 m³/s, soit 400 m³/h.

Quatre batardeaux permettent d'isoler les files du circuit de filtration d'eau de mer. Les batardeaux, dont le seuil inférieur est calé à - 10,00 m NGF et le seuil supérieur à - 4,50 m NGF, sont stockés dans les fosses prévues à cet effet, situées en arrière du voile de façade de la station de pompage. Ils sont hors d'eau.

Des cadres en inox, supportant des rampes équipées de buses, sont placés dans les guidages des batardeaux lorsque ceux-ci sont enlevés pour traiter l'eau par injection de chlore actif.

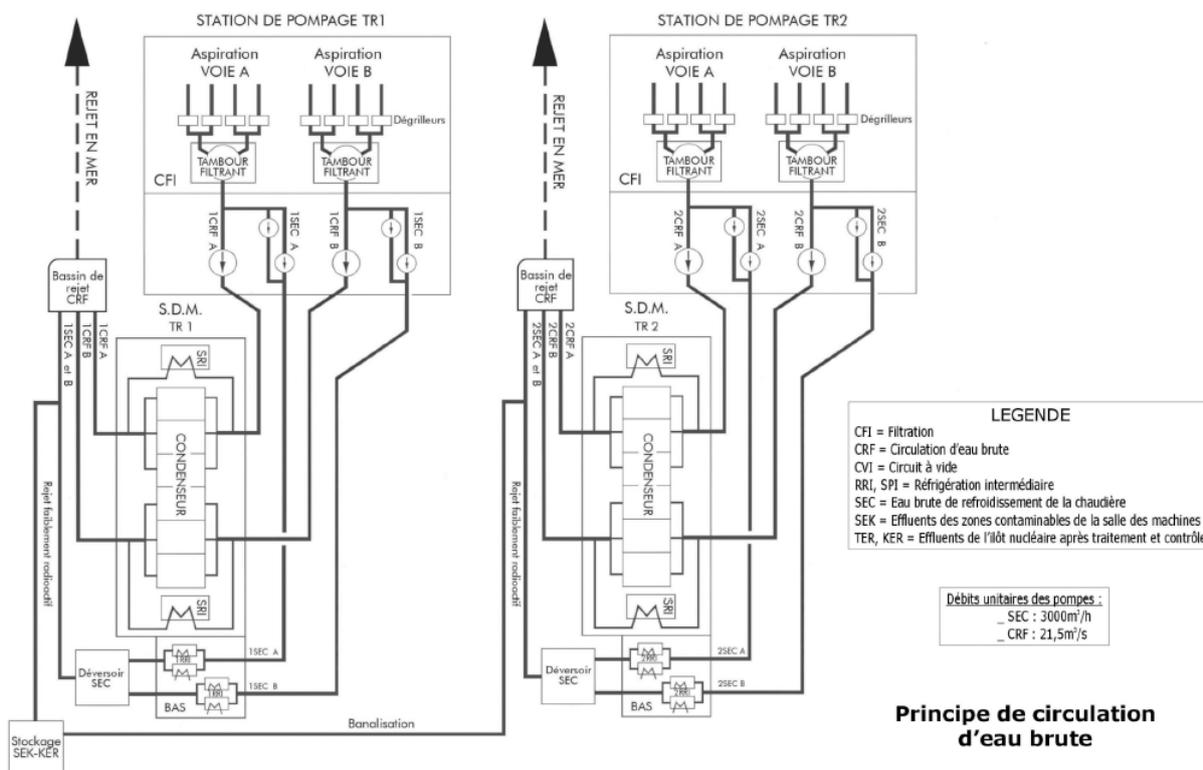


Figure a : Schéma de principe des stations de pompage d'eau de mer des réacteurs 1 et 2

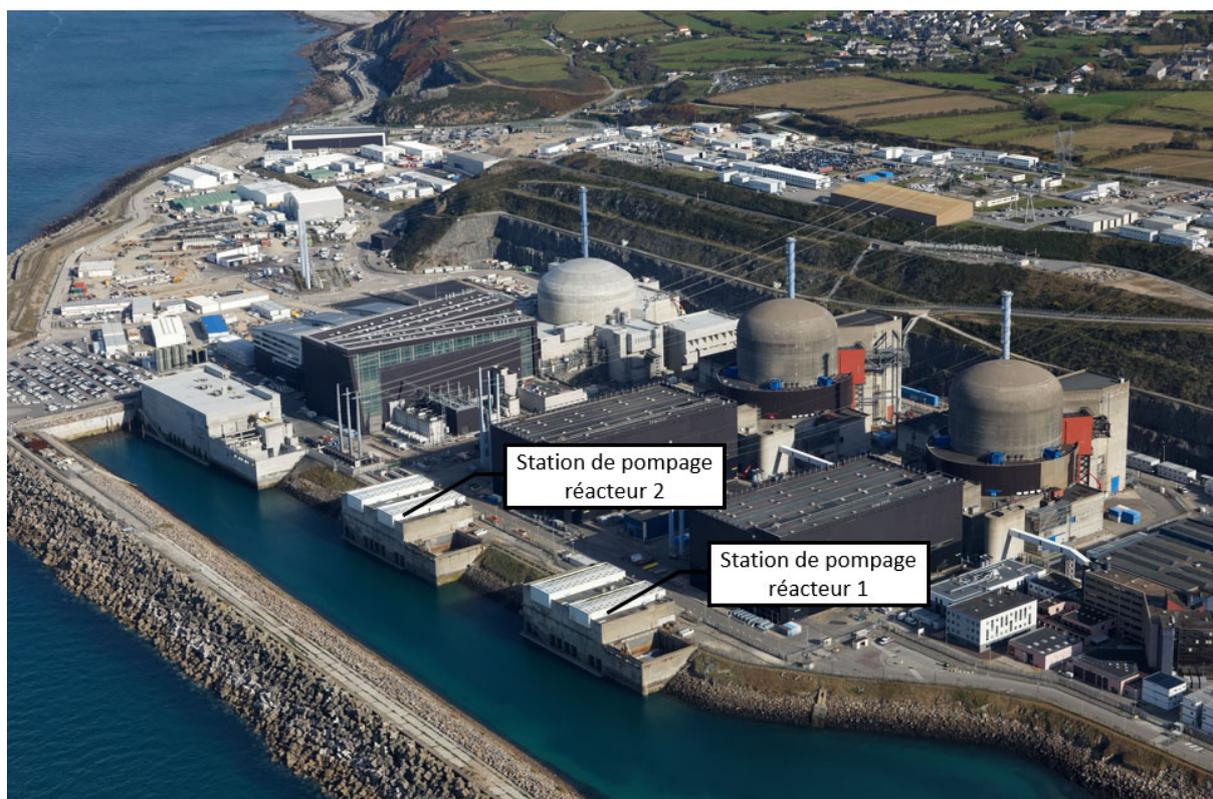


Figure b : Stations de pompage (SDP) des réacteurs 1-2 – Vue panoramique

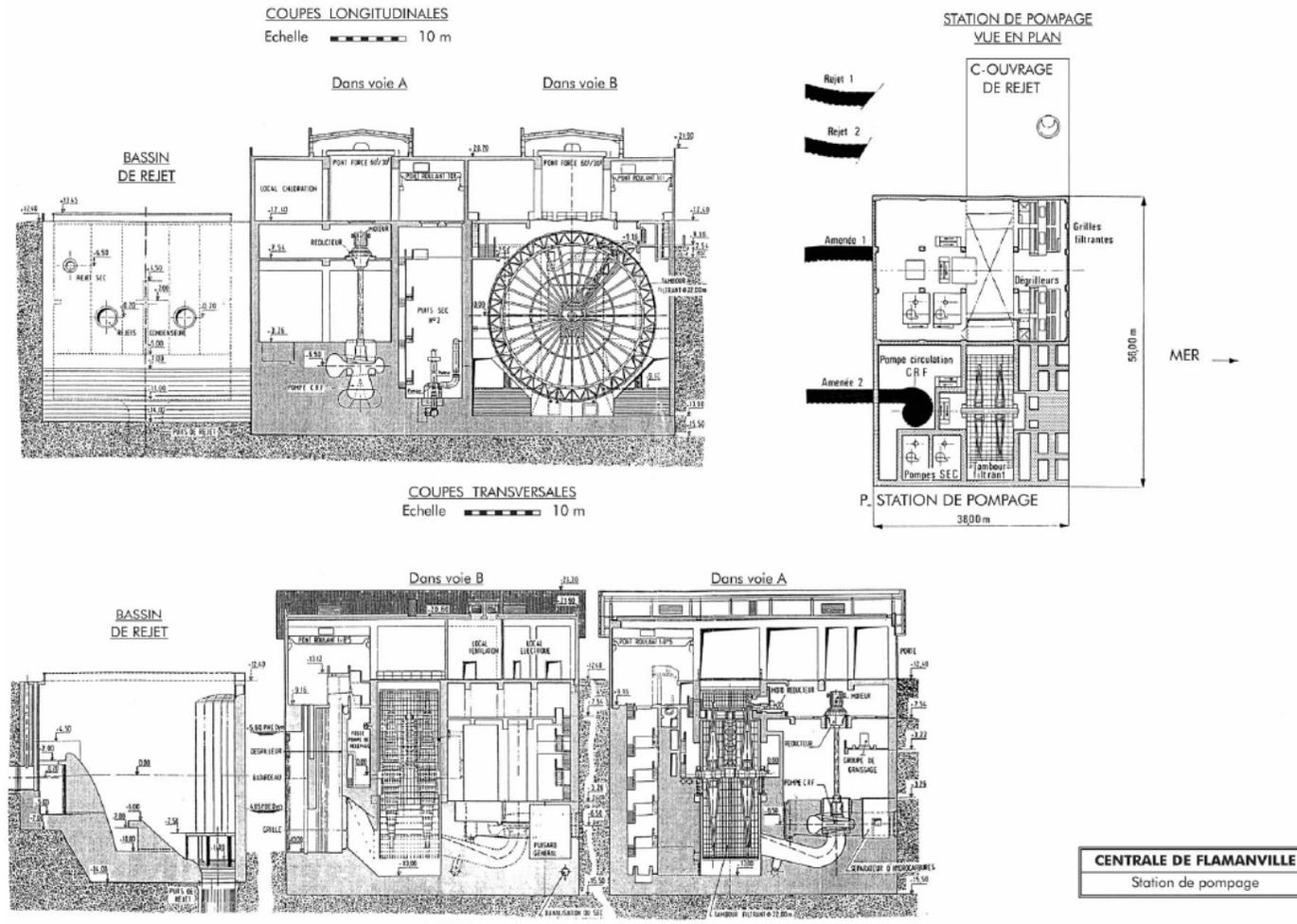


Figure c : Stations de pompage des réacteurs 1-2 – Coupes longitudinales et transversales, vue en plan

1.3. FILTRATION

Les circuits CFI assurent la filtration de l'eau de mer nécessaire aux besoins en eau de réfrigération des réacteurs 1 et 2.

Chaque système de filtration est constitué de deux voies indépendantes A et B. Chaque voie est équipée de grilles fixes d'espacement de 5 cm avec dégrilleurs (benne basculante porte-peigne, commandée automatiquement par une horloge ou par perte de charge) et d'un tambour filtrant possédant des mailles de 3 mm. Le matériel résiste à la corrosion marine et à la prolifération d'organismes marins. Les circuits sont protégés contre la prolifération de salissures biologiques par vaccination de l'eau à l'hypochlorite de sodium.

L'axe des tambours filtrants est perpendiculaire au plan des grilles fixes. La pompe de circulation s'alimente directement dans le tambour par un ouvrage d'aspiration (placé sur les faces latérales du tambour). Un lavage du tambour par jet à contre-courant est pratiqué en continu.

En fonctionnement normal, le tambour est en rotation permanente en petite vitesse avec le lavage « en basse pression ». En cas d'encrassement élevé, la rotation s'accélère avec un lavage en « haute pression ».

Les débris et les organismes divers récupérés au cours du nettoyage des grilles et des tambours sont envoyés vers une filière de compostage ou vers une filière d'enfouissement selon la nature des déchets.

1.4. CIRCUIT DE CIRCULATION

Pour chaque réacteur, le circuit de circulation assure l'alimentation en eau de refroidissement (Cf. [Figure a](#)) :

- du condenseur du groupe turbo-alternateur,
- des échangeurs du circuit de refroidissement des auxiliaires conventionnels et nucléaires,
- des échangeurs du circuit de mise sous vide du condenseur.

Il assure également la dilution du rejet des effluents radioactifs et non radioactifs liquides.

Chaque circuit d'eau de circulation comprend :

- une pompe centrifuge aspirant une eau filtrée à 3 mm et chlorée à 0,52 mg/L,
- un circuit de refoulement équipé de filtres à moules au niveau de chaque boîte à eau du condenseur et du SEC.

Une conduite est située entre la station de pompage et la sortie de la salle des machines. La conduite descend ensuite de manière continue vers le rejet, en passant successivement par :

- un dispositif de protection qui limite les surpressions (pas de cavitation),
- un bassin de rejet avec déversoir, qui recueille les eaux venant du condenseur, du SEC et des effluents radioactifs,
- une galerie de rejet en mer.

1.5. REJETS EN MER

L'emplacement de l'ensemble des rejets du site de Flamanville est localisé est sur la figure suivante.

[

]

Figure d : Ouvrages des prélèvements et des rejets liquides du site de Flamanville

1.5.1. REJETS DIRECTS

Les rejets en mer sont réalisés par les émissaires définis dans le tableau suivant.

Tableau a : Émissaires de rejet en mer des réacteurs 1 et 2

Référence de l'émissaire	Nature des effluents
Bassin de rejet 1 Bassin de rejet 2	<ul style="list-style-type: none"> Eaux de refroidissement du condenseur et des auxiliaires nucléaires et conventionnel Effluents radioactifs non recyclés (réservoirs T et S) Effluents susceptibles d'être radioactifs issus des salles des machines (réservoirs Ex et S)
Émissaire 1	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 6	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (routes, toitures, sols, bâtiments administratifs, aire d'entreposage d'outillages chauds) Drains de falaise Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 7	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (toitures et sols, routes, bâtiments administratifs, aire du programme de remplacement des générateurs de vapeur usés, parking) Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 8	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (routes, toitures et sols, bâtiments administratifs, centre de crise local) Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 9	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (parking, routes, toitures et sols, bâtiments administratifs) Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 10	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (parking, routes hors INB) Ruisseau de Flamanville (ruisseau qui prend sa source à l'est du site de Flamanville au lieu-dit la Berquerie) Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 11	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (parking sud, bassins d'eau douce) Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil

1.5.2. REJETS DANS LE CANAL D'AMENÉE

Les rejets dans le canal d'amenée sont réalisés par les émissaires définis dans le tableau suivant :

Tableau b : Émissaires de rejet dans le canal d'amenée des réacteurs 1 et 2

Référence de l'émissaire	Nature des effluents
Émissaire 2	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (station de déminéralisation, bâtiments administratifs, aire d'entreposage de déchets de très faible activité) Drains de falaise Effluents issus de la station de déminéralisation Effluents issus de l'unité de dessalement Effluents issus de la station d'épuration Vidange (pour visite ou travaux) des réservoirs de la station de déminéralisation de site Vidange et eaux de nettoyage des bassins d'eau douce Effluents des bassins d'eau douce alimentant certains circuits Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 3	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales Eaux résiduelles de l'INB n° 108 Effluents issus des bassins d'eau douce alimentant certains circuits Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 4	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales Eaux résiduelles Déshuileur des INB n° 108 et n° 109 Vidange des réservoirs du système de distribution d'eau pour la lutte contre l'incendie (JPD) Effluents des bassins d'eau douce alimentant certains circuits Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 5	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales Eaux résiduelles de l'INB n° 109 Vidange des réservoirs JPD Effluents des bassins d'eau douce alimentant certains circuits Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil

1.5.3. OUVRAGES DE REJETS

Pour chaque réacteur, le circuit de rejet de l'eau de réfrigération du condenseur et des auxiliaires nucléaires comprend (Cf. [Figure e](#)) :

- un bassin de rejet, accolé à la station de pompage, où arrivent également les effluents radioactifs liquides bénéficiant ainsi de l'effet de dilution avant rejet dans le milieu récepteur. Il comporte un déversoir, calé à la cote 3,20 m NGF, afin d'éviter à marée basse la mise sous vide des points hauts du condenseur,
- un puits vertical situé au fond de chaque bassin, à l'aval du déversoir, de diamètre intérieur 4,30 m,
- une galerie sous-marine, raccordée à ce puits. Elle est forée sous le fond de la mer et calée à la cote moyenne de - 55 m NGF. Son diamètre intérieur est de 4,30 m, sa longueur de l'ordre de 500 à 600 m, respectivement pour les réacteurs 1 et 2. Chaque galerie est isolable par batardeau,
- en extrémité, un puits vertical de diamètre intérieur 4,30 m, dans lequel débouche la galerie, est coiffé d'un ouvrage de rejet permettant la diffusion des effluents. L'ouvrage de rejet est implanté dans des fonds de - 15 m NGF environ,
- enfin, afin d'éviter les affouillements, un tapis d'enrochements est disposé à une cote voisine de - 15 m NGF devant l'ouvrage, sur une surface d'environ 30 m x 25 m.

Le débit de ce rejet en mer est de l'ordre de 45 m³/s.

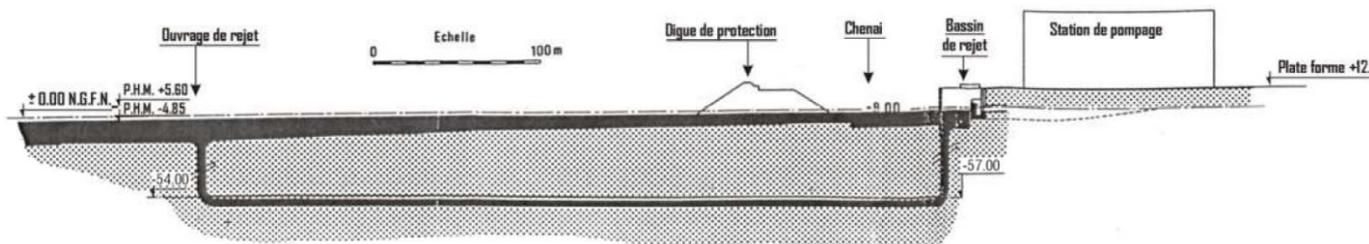


Figure e : Schéma de principe des installations de rejet des circuits d'eau de réfrigération

Nota : les débris marins des installations des réacteurs 1-2 sont récupérés à deux niveaux :

- en continu, au niveau des dégrilleurs des stations de pompage des deux réacteurs,
- périodiquement, lors des dragages du canal d'amenée, et occasionnellement, au niveau des digues et/ou de la cale du canal d'amenée suite à des tempêtes ou des événements maritimes (chavirages de navires).

Chaque type de débris marin est évacué vers une filière de compostage ou vers une filière d'enfouissement dédiée selon leur nature.

2.

OUVRAGE DE PRISE ET DE REJET D'EAU EN MER DU RÉACTEUR 3

2.1. INTRODUCTION

L'eau prélevée en mer assure également les besoins en eau du réacteur 3 pour :

- le circuit d'eau de circulation (CRF) : eau de réfrigération du condenseur,
- le circuit d'eau brute secourue (SEC) des auxiliaires nucléaires (RRI) dont les calories doivent être évacuées en toutes circonstances,
- le circuit de traitement d'eau de circulation par injection d'hypochlorite de sodium obtenu à partir de l'électrolyse de l'eau de mer (CTE),
- le circuit d'alimentation des pompes de lavage des tambours filtrants (CFI).

En complément, l'eau prélevée assure les besoins en eau du réacteur 3 pour :

- le circuit d'eau brute de réfrigération intermédiaire (SEN) des auxiliaires conventionnels (SRI, CVI),
- le circuit d'eau brute pour l'évacuation ultime (SRU).

2.2. PRISE D'EAU

La station de pompage du réacteur 3 est installée dans le canal d'amenée, à côté de la station de pompage du réacteur 2 (Cf. [Figure f](#)).

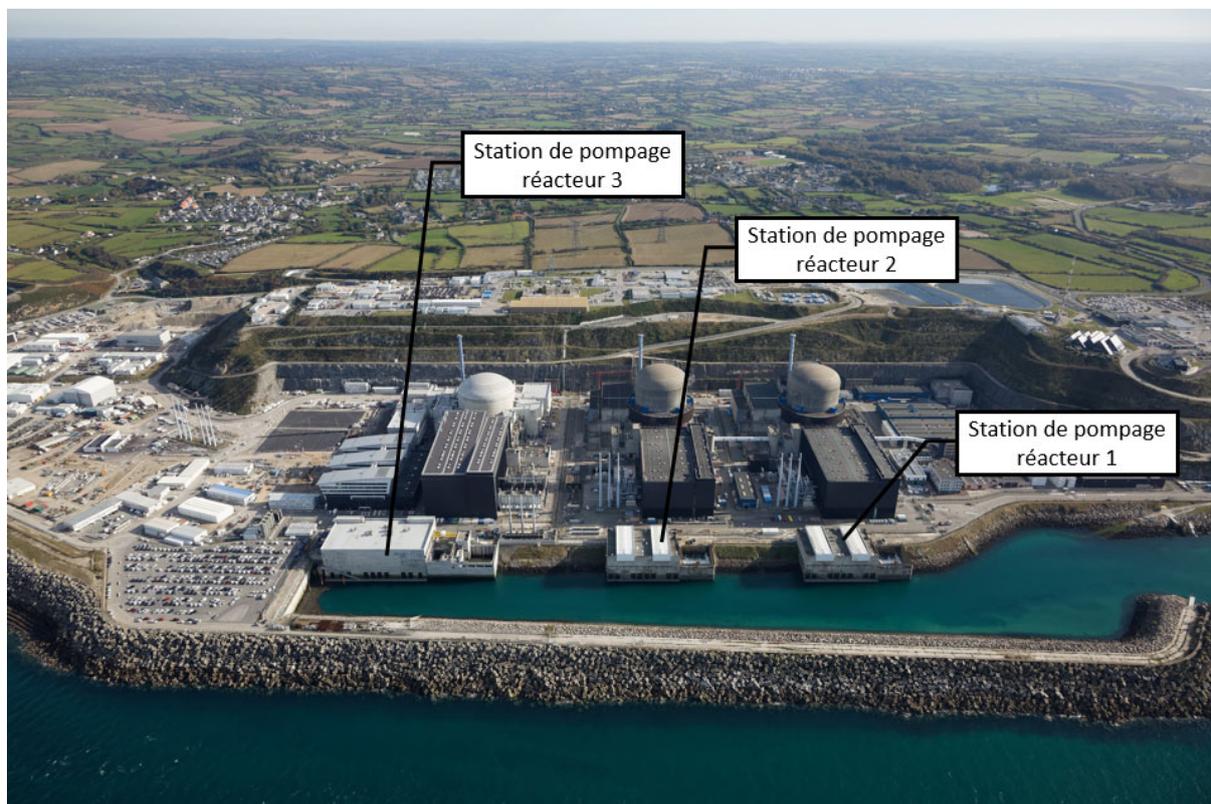


Figure f : Implantation des trois réacteurs et de leur station de pompage

Pour que l'eau puisse être captée directement dans le canal d'amenée, ce dernier est prolongé d'environ 150 m en supprimant le bouchon mis en place à la construction des réacteurs 1 et 2. La partie du canal d'alimentation prolongée présente également une largeur approximative à la base de 30 m.

Rappelons que le canal a été, dès l'origine, dimensionné pour assurer les besoins en eau de mer de quatre réacteurs.

La station de pompage du réacteur 3 est composée de quatre voies d'eau, comprenant (Cf. [Figure g](#) et [Figure h](#)) :

- pour deux d'entre elles (voies d'eau centrales) :
 - chacune une pompe de circulation dite CRF,
 - chacune une file d'eau brute secourue (SEC),
- pour les deux autres (voies d'eau latérales) :
 - chacune une file d'eau brute secourue (SEC),
 - le circuit d'eau brute d'ultime secours (SRU),
 - le circuit d'eau de réfrigération (SEN) des auxiliaires conventionnels (SRI, CVI).

Il est à noter que l'installation permet de ligier l'aspiration des pompes SEC et SEN/SRU sur une autre voie de filtration en cas d'indisponibilité de la voie d'origine (principe dit de banalisation).

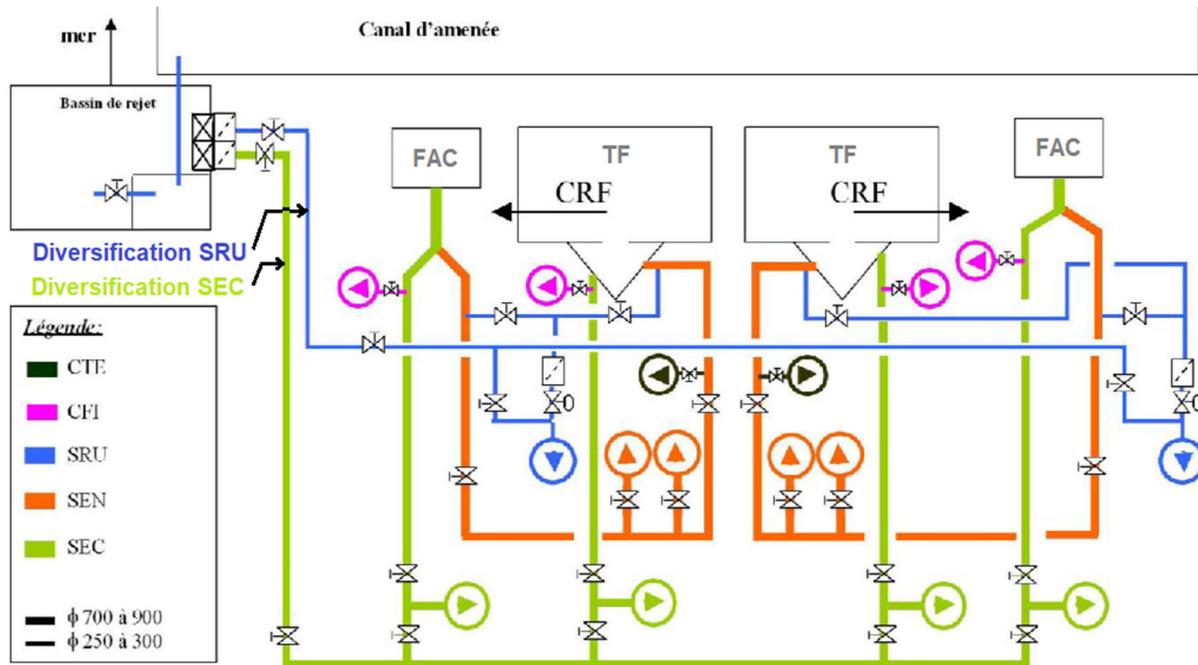


Figure g : Schéma de principe de la station de pompage d'eau de mer du réacteur 3

Les pompes CRF permettent d'alimenter en eau brute le condenseur pour le refroidir, elles sont d'une capacité identique de 30,5 m³/s (109 800 m³/h).

Les pompes SEC participent au refroidissement des échangeurs de chaleur du circuit de refroidissement intermédiaire (RRI) au moyen d'eau de mer, elles sont d'une capacité de 1,09 m³/s chacune, soit 3 924 m³/h.

Une augmentation du diamètre des roues des pompes SEC sera effectuée en 2022, une pompe SEC aura, de ce fait, un débit nominal de 1,14 m³/s, soit 4 104 m³/h.

Les pompes de lavage du tambour filtrant (circuit CFI) ont un débit nominal de 0,21 m³/s, soit 756 m³/h.

Le système CTE permet de protéger les différents circuits de refroidissement (SRU, CRF, SEC, SEN) contre la prolifération de la flore et de la faune marine. Une pompe CTE a un débit de 0,033 m³/s, soit 119 m³/h en valeur arrondie.

Le circuit d'eau brute de réfrigération SEN comporte des pompes avec un débit unitaire de 1,47 m³/s, soit 5 292 m³/h.

Le circuit d'eau ultime SRU assure le refroidissement du circuit intermédiaire par des échangeurs au moyen d'eau de mer. Une pompe SRU a un débit de 0,18 m³/s, soit 650 m³/h.

La filtration (Cf. [Paragraphe 2.3](#)) au niveau des voies centrales est assurée par un tambour filtrant (TF). Cette filtration permet de filtrer les circuits CRF et SEC sur ces voies.

Les deux voies latérales, implantées de part et d'autre des voies CRF, sont des prises d'eau de dimensions réduites avec filtration par filtre à chaînes (FAC). Cette filtration permet de filtrer les circuits SEC et SEN sur ces voies.

Les principales évolutions de la station de pompage du réacteur 3 par rapport à celles des réacteurs 1-2 sont les suivantes :

- ajout de deux voies d'eau latérales supplémentaires pour l'alimentation des deux voies SEC supplémentaires,
- en cas d'indisponibilité de la station de pompage, il est prévu la possibilité de prélever l'eau pour les circuits SEC et SRU dans le bassin de rejet, via une canalisation noyée dans le radier (principe dit de diversification). Dans cette configuration, la galerie de rejet en mer fait office de prise d'eau.

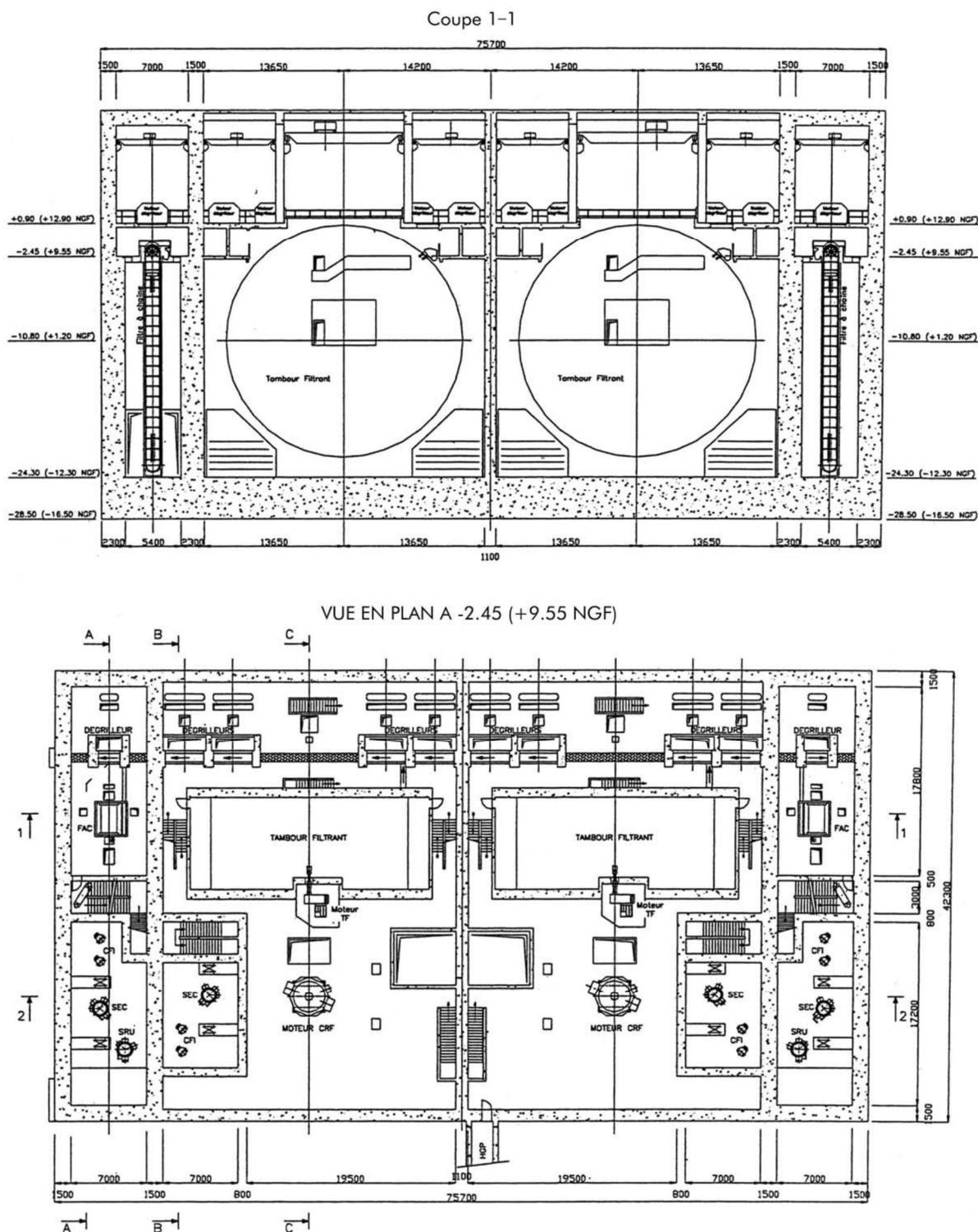


Figure h : Station de pompage du réacteur 3 - Coupe et vue en plan

2.3. FILTRATION

Les systèmes SEF et CFI assurent la filtration de l'eau de mer nécessaire aux besoins en eau de réfrigération du réacteur 3 : elle se divise en une préfiltration (SEF) suivie d'une filtration fine (CFI). Le système de filtration est constitué de quatre voies indépendantes 1, 2, 3 et 4.

2.3.1. PRÉFILTRATION (SYSTÈME SEF)

Chaque voie d'eau est équipée, devant les Tambours Filtrants (TF) ou les Filtres À Chaînes (FAC) :

- d'une ou quatre grilles fixes, dont les barreaux sont espacés de 5 cm,
- de dégrilleurs placés en avant des grilles (bennes basculantes porte-peigne, commandées automatiquement).

Les dégrilleurs évacuent des débris par raclage (dégrilleur sec) dans une goulotte à chasse d'eau (évacuation gravitaire des débris). Ce système permet le renvoi des déchets hors de la station de pompage, dans l'ouvrage de pré-rejet.

Ce procédé évite notamment au personnel de devoir accéder à la station de pompage au moment des manipulations des bennes contenant les déchets de dégrillage, et ainsi d'éviter les risques liés aux émanations de sulfure d'hydrogène (H₂S) du fait de l'entreposage de ces bennes à l'air libre.

Le dégrillage se déclenche automatiquement :

- sur perte de charge (ex : arrivée de corps colmatants),
- sur minuterie.

2.3.2. FILTRATION FINE (SYSTÈME CFI)

Le type de filtration retenu est le type combiné (c'est-à-dire que la filtration assure simultanément les besoins de pompage des îlots nucléaires et conventionnels), avec :

- un TF pour chacun des deux voies centrales,
- un FAC pour chacun des deux voies latérales.

Tambours filtrants

Les TF sont équipés de panneaux dont la maille est de 5 mm x 5 mm.

Un lavage des tambours est pratiqué en continu. En fonctionnement normal, les tambours sont en rotation permanente en petite vitesse avec le lavage en « basse pression ».

En cas d'encrassement élevé, la rotation se fait à grande vitesse ou à très grande vitesse, et le lavage en « haute pression ».

Les débris recueillis sur les tambours sont dirigés vers l'ouvrage de pré-rejet. Les débris sont envoyés vers une filière de compostage ou vers une filière d'enfouissement selon la nature des déchets.

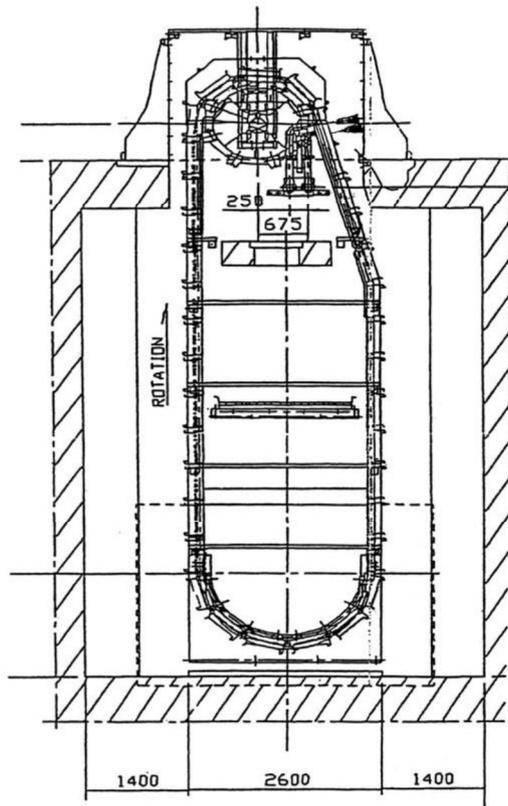
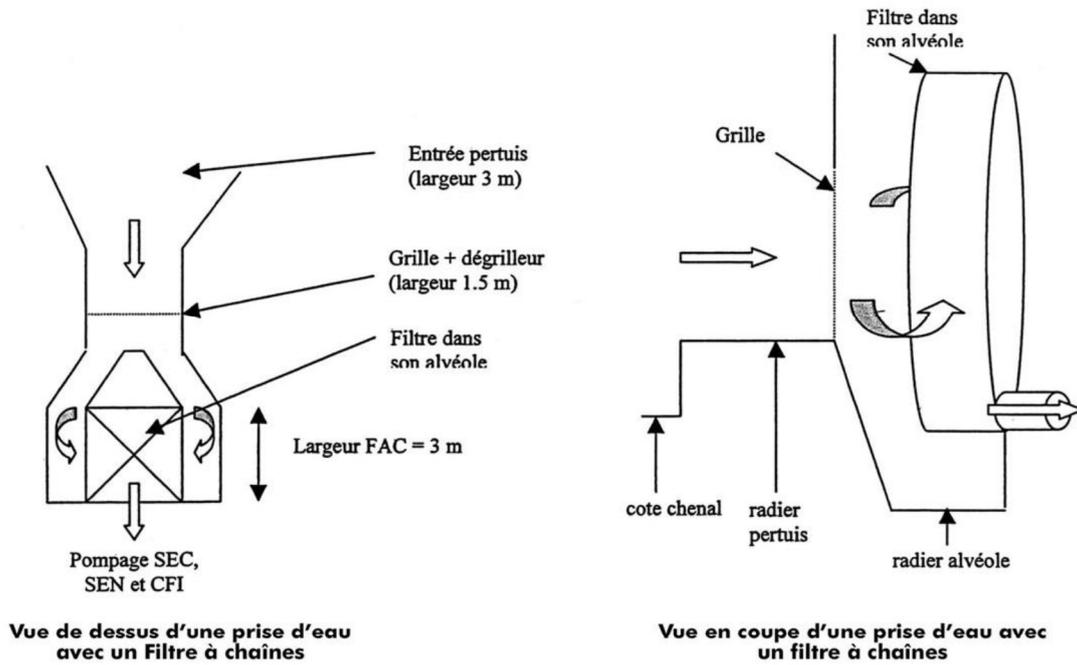
Filtres à chaînes

Les FAC sont constitués de panneaux filtrants tenus sur leurs deux côtés latéraux par des chaînes. Celles-ci, constituées de maillons et de galets aux articulations, sont mises en mouvement en partie supérieure par un tourteau (pignon de taille importante) dont les dents viennent s'emboîter dans les galets de chaînes (Cf. [Figure i](#)). L'entraînement du filtre est réalisé par un ou plusieurs moteurs.

L'eau brute pénètre par les deux côtés du filtre et l'eau filtrée est ensuite dirigée vers la pompe (sens de filtration externe → interne).

Les panneaux filtrants sont munis de bavettes et l'ensemble garantit un relevage optimal des déchets marins.

Le matériel résiste à la corrosion marine et à la prolifération d'organismes marins, les circuits étant protégés par vaccination de l'eau à l'hypochlorite de sodium.



Vue en coupe d'un Filtre à chaînes

Figure i : Vues d'une prise d'eau avec un filtre à chaînes et vue en coupe d'un filtre à chaînes

2.4. CIRCUIT DE CIRCULATION

De même que les réacteurs 1 et 2, le circuit de circulation du réacteur 3 assure l'alimentation en eau de refroidissement :

- du condenseur du groupe turbo-alternateur,
- des échangeurs du circuit de refroidissement des auxiliaires conventionnels et nucléaires,
- des échangeurs du circuit de mise sous vide du condenseur.

Il assure également la dilution du rejet des effluents radioactifs et non radioactifs liquides.

Le circuit de circulation est constitué :

- à l'extérieur des bâtiments :
 - de deux conduites d'amenée de diamètre 3,5 m, situées entre la station de pompage et l'entrée de la salle des machines,
 - de deux conduites de rejet de diamètre 3,5 m, situées entre la salle des machines et le bassin de rejet,
- à l'intérieur de la salle des machines :
 - du prolongement des conduites d'amenée de diamètre 3,5 m jusqu'aux zones de raccordement au condenseur de la salle des machines,
 - du prolongement des conduites extérieures de rejet en diamètre 3,5 m jusqu'aux zones de raccordement au condenseur de la salle des machines,
 - des conduites d'amenée et de rejet au condenseur, constituées de tronçons avec convergents et divergents en diamètre 3 m et 2,4 m,
 - des tubulures de liaison au condenseur de diamètre 2,4 m.

2.5. REJETS EN MER

2.5.1. REJETS DIRECTS

Les rejets en mer sont réalisés par l'émissaire défini dans le tableau suivant.

Tableau c : Émissaire de rejet en mer du réacteur 3

Référence de l'émissaire	Nature des effluents
Bassin de rejet 3	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux de refroidissement du condenseur et des auxiliaires nucléaires et conventionnel du réacteur 3

2.5.2. REJETS DANS LE CANAL D'AMENÉE

2.5.2.1. Rejets récurrents

Les rejets dans le canal d'amenée sont réalisés par l'émissaire défini dans le tableau suivant :

Tableau d : Émissaire de rejet dans canal d'amenée du réacteur 3

Référence de l'émissaire	Nature des effluents
Émissaire 15	<ul style="list-style-type: none"> Eaux pluviales (plateforme du réacteur 3) Effluents collectés dans le bâtiment de collecte et de traitement des eaux du réacteur 3 : eaux résiduaires, déshuileur Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil

2.5.2.2. Rejets ponctuels

Dans certains cas spécifiques, des rejets sont faits dans le canal d'amenée avant d'être ré-aspirés par l'installation et rejetés en mer par les émissaires de rejets définis par la décision n° 2018-DC-0640 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement du CNPE de Flamanville.

2.5.2.2.1. Rejet par le toboggan de diversification

En cas d'indisponibilité de la station de pompage, l'aspiration du SRU se fait dans le bassin de rejet du réacteur via une conduite dite de diversification.

Une grille, sans dégrilleur assure une filtration. Lorsque la diversification sur le bassin de rejet est mise en œuvre, le rejet lui aussi est modifié : une vanne pelle SRU est abaissée dans le déversoir.

Elle permet d'isoler le déversoir SRU du bassin de rejet. Les eaux SRU d'écoulent alors directement dans le canal d'amenée.

A noter que lorsque les quatre voies SEC fonctionnent en parallèle, une petite quantité de l'eau de mer déborde par le toboggan.



Figure j : Localisation du débordement du toboggan de diversification SEC / SRU

2.5.2.2.2. Rejet d'eau partiel des réseaux incendie lors des opérations de vidanges ou d'essais

Lors des opérations de vidanges ou d'essais des réseaux d'incendie, une partie des eaux issues de ces opérations (ne pouvant être collectée par le réseau SEK) est rejetée via l'émissaire 15 dans le canal d'amenée.

2.5.2.2.3. Débordement des trop-pleins de l'ouvrage de rejet des vis d'Archimède

Le régime normal de la partie pré-rejet permet une récupération permanente des déchets issus du lavage des tambours filtrants, des filtres à chaînes CFI et du dégrillage des grilles à barreaux de préfiltration via deux goulottes d'évacuation vers les bennes de stockage provisoire.

Ces eaux chargées se déversent dans une des deux bennes ajourées choisie au préalable grâce à un dispositif motorisé permettant de positionner les bennes sous les goulottes.

Les déchets s'accumulent dans la benne ajourée. Par gravité, l'eau épurée d'une grande partie des déchets arrive au-devant des deux dispositifs appelés vis d'Archimède.

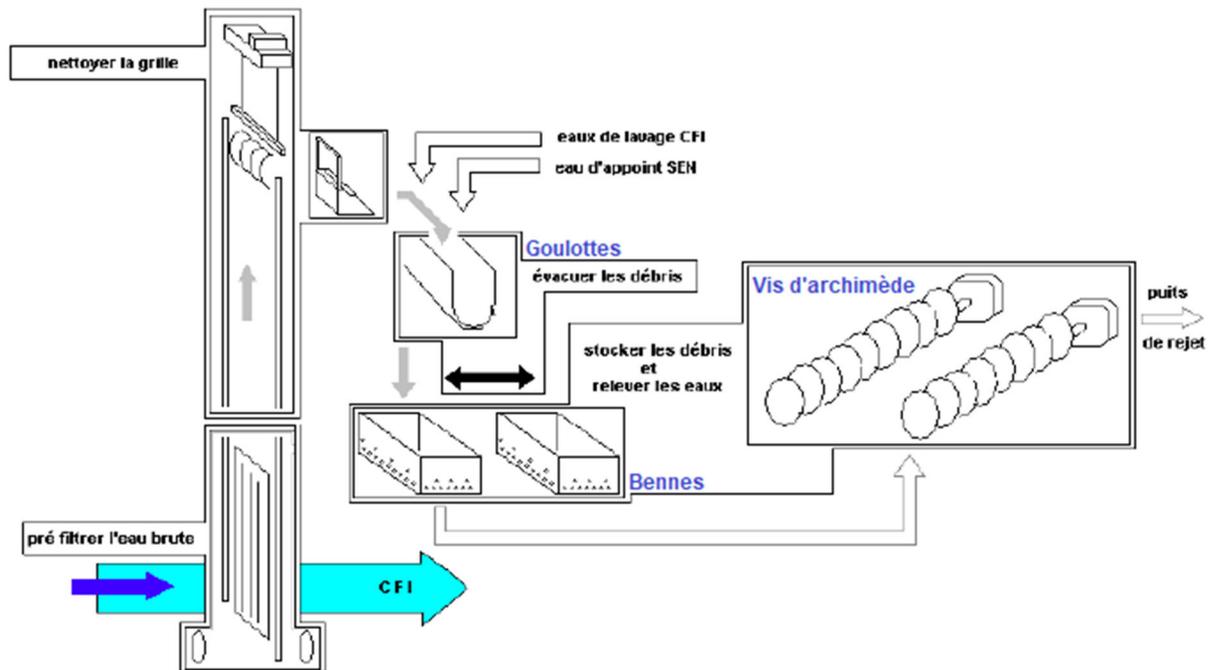


Figure k : Schéma de principe de l'ouvrage de pré-rejet

Sur atteinte d'un premier seuil d'alarme, la vis d'Archimède prioritaire, choisie par alternance temporisée, remonte l'eau et les déchets passés à travers les mailles du tambour filtrant, vers l'ouvrage de rejet où elle se déverse.

Un déversoir/trop-plein permet d'éviter l'inondation de la station de pompage par les goulottes en cas de perte des vis d'Archimède.

Le trop-plein est calé par rapport aux seuils PHES (Plus Haute Eaux de Sécurité). En cas de recours au trop-plein, les goulottes passent « en charge », sans que cela ne vienne causer un risque d'inondation de la station de pompage.

Il y a un risque de débordement de ce trop-plein dans les deux configurations suivantes :

- Défaillance d'une vis d'Archimède et débits de lavage trop importants

Dans la plupart des situations, une seule vis suffit à évacuer correctement les eaux de lavage vers le bassin de rejet. La vis disponible (et à l'arrêt) peut donc remplacer temporairement la vis défaillante. Pour ce faire, elle doit être forcée en « vis prioritaire » en mode automatique ou être mise en marche en mode local.

Cependant, en cas de débits de lavage importants, une seule vis peut ne pas suffire. Il y a alors un risque de débordement de l'ouvrage de pré-rejet vers le canal d'amenée via le trop-plein prévu à cet effet. Une vidange du pré-rejet par des moyens mobiles est alors mise en place du fait de l'impossibilité de démarrer les vis lorsque le niveau de l'ouvrage de pré-rejet est trop haut.

- Défaillance des deux vis d'Archimède

En cas de perte des deux vis d'Archimède, le niveau dans l'ouvrage de pré-rejet va monter progressivement en fonction des débits de lavage arrivant par les goulottes de la station de pompage.

Il y a alors risque de débordement du pré-rejet vers le canal d'amenée via le trop-plein prévu à cet effet. Une vidange de l'ouvrage de pré-rejet par des moyens mobiles est alors mise en place du fait de l'impossibilité de démarrer les vis sur niveau trop haut dans le bassin de pré-rejet.

Pour information :

En cas de débordement via le trop-plein, cette eau ne représente qu'une recirculation de l'eau pompée du canal d'amenée passant à travers les grilles SEF, les filtres à chaînes et les tambours filtrants du système CFI. En effet le débit évacué par les goulottes est constitué de débits SEN et CFI.

2.5.2.2.4. Débordement des trop-pleins ouvrage de rejet HCA

Les systèmes CRF, SEN, SEC et SRU rejettent leurs eaux dans l'ouvrage de rejet (HCA) qui peut déborder vers le canal d'amenée dans deux configurations. Le circuit CRF (débit plus important par rapport aux débits SEC et SRU) est le principal contributeur aux rejets dans HCA.



Figure I : Trop-plein du bassin de rejet CRF

Deux configurations associées au fonctionnement du circuit de refroidissement au condenseur (CRF) peuvent conduire à un débordement de l'ouvrage de rejet :

- Fonctionnement simultané des deux pompes CRF à des niveaux de mer élevés.
Les déversements ont lieu à partir des niveaux de marées supérieurs à environ + 6 m NGF.
Sur une marée correspondant à PHed (+ 6,63 m NGF Plus Haute mer astronomique de coefficient 120 et évolution climatique), le débordement surviendrait durant environ 2 minutes.
- Démarrage de pompes CRF
 - Démarrage simultané de 2 pompes CRF. Le débordement a lieu lorsque deux pompes CRF sont démarrées avec un niveau de mer supérieur à environ + 5,5 m NGF.
 - Démarrage de la deuxième pompe CRF. Un débordement peut avoir lieu lorsque la seconde pompe est démarrée avec un niveau de mer supérieur à + 5,5 m NGF.

Dans ces configurations, une vidange de l'ouvrage de pré-rejet par des moyens mobiles est mise en place.

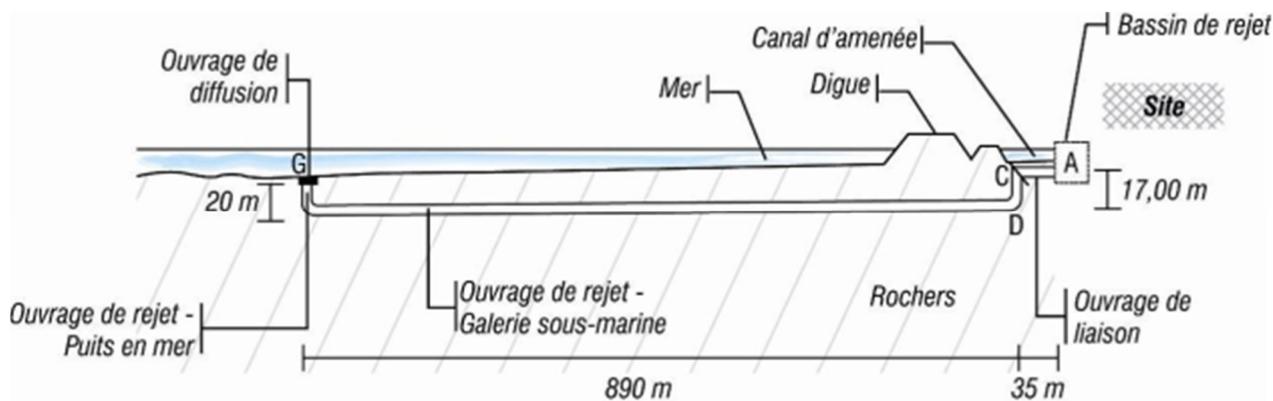
2.5.2.2.5. Rejet par l'événement de la galerie de rejet

Il n'est pas prévu en fonctionnement normal, qu'il y ait des rejets dans le canal d'amenée par l'événement.

Cependant, selon les conditions de mer, un rejet d'air entraînant des gouttes d'eau, ou des paquets d'eau, peut se produire ponctuellement par l'événement.

2.5.3. OUVRAGES DE REJETS

La [Figure m](#) montre le schéma de principe et la vue en plan des ouvrages de rejets en mer. Les repères cités dans le présent paragraphe font référence à cette figure.



[

]

Figure m : Schéma de principe des ouvrages de rejet en mer du réacteur 3 et vue en plan de leur implantation

Le circuit de rejet de l'eau de réfrigération du condenseur et des auxiliaires nucléaires comprend :

- Un bassin de rejet, le long du canal d'amenée (repère A), Cf. [Figure n](#).

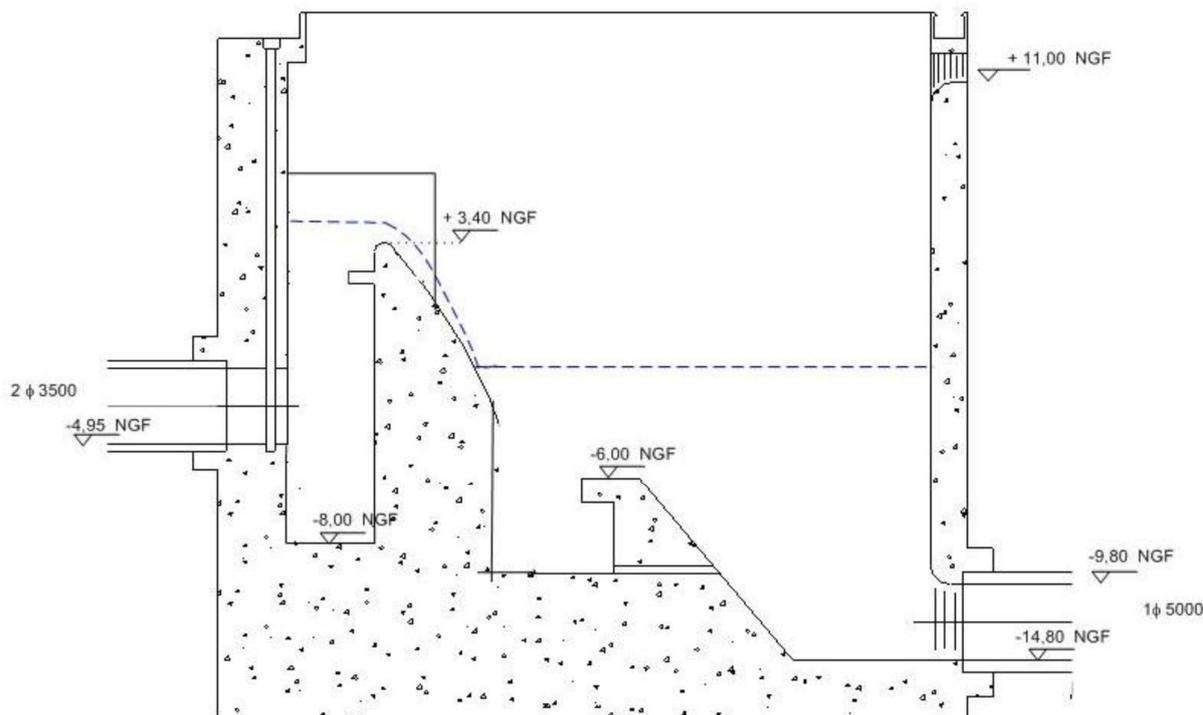


Figure n : Coupe du bassin de rejet du réacteur 3

- Un bassin de pré-rejet, situé entre la station de pompage et l'ouvrage de rejet, le long du canal d'amenée. Cet ouvrage est destiné à recueillir les débris marins provenant de la station de pompage. Les débris sont recueillis à l'aide de bennes à fond troué et sont ensuite évacués par camion.

L'eau et les petits débris sont remontés dans l'ouvrage pour évacuation en mer à l'aide de vis d'Archimède.

- Un puits vertical, dit « puits à terre », situé aux alentours du canal d'amenée (repère C), de diamètre intérieur d'environ 5,00 m et d'environ 10 m de profondeur. Ce puits a été positionné aux alentours du canal d'amenée de façon à ce que l'ouvrage bénéficie des meilleures conditions géologiques. De fait, il devenait nécessaire de réaliser une galerie de liaison entre le bassin de rejet et le puits.

En amont du puits, un évent est installé afin d'éviter que de l'air entraîné par les mouvements d'eau provenant du bassin de rejet, ne s'accumule dans l'ouvrage de rejet. Cet évent est constitué de deux canalisations qui partent de l'ouvrage de liaison et qui remontent vers la crête de la digue (Cf. [Figure o](#)).

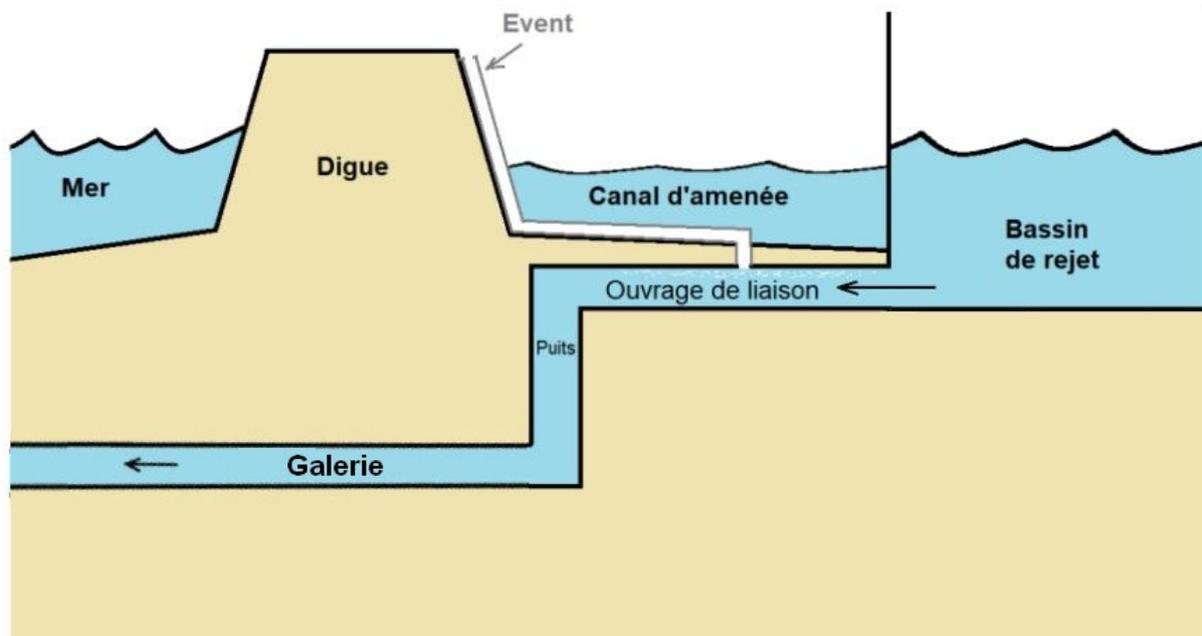


Figure 0 : Schéma d'implantation de l'évent

- Une galerie sous-marine, raccordée à ce puits et creusée sous le fond de la mer.
- En extrémité, un puits vertical, dit « puits en mer », de diamètre intérieur 5,00 m, dans lequel débouche la galerie, coiffé d'un ouvrage de rejet permettant la diffusion (repère G).

Le débit de ce rejet en mer est de l'ordre de 67 m³/s.

Les critères de sélection pour le positionnement du nouveau rejet ont été les suivants :

- optimiser la dilution du courant de rejet,
- minimiser les risques d'aspiration du panache par le canal de prise,
- éviter les interactions avec les panaches des rejets des réacteurs 1 et 2,
- minimiser la longueur totale des conduites,
- tenir compte des contraintes géologiques et anthropiques du site (failles et galeries des anciennes mines de fer de Diélette).

Des modélisations ont été réalisées pour déterminer la position du point de rejet en mer, afin d'optimiser la dilution du rejet à tous les instants de la marée. L'emplacement déterminé est fixé au nord-ouest du réacteur 3, sur la ligne définie par les deux rejets existants, ligne formant un angle de 13° par rapport au nord géographique.

3.

OUVRAGES DE PRODUCTION D'EAU DOUCE À PARTIR DES EAUX DOUCES SUPERFICIELLES

Les ouvrages de production d'eau douce à partir des eaux superficielles du réacteur 3 sont les mêmes que ceux des réacteurs 1 et 2.

Le circuit SEA (adduction d'eau douce brute) comprend essentiellement :

- deux stations de pompage,
- deux conduites d'acheminement jusqu'au site de Flamanville,
- deux bassins de stockage (bassins SEA Nord et Sud).

Compte-tenu de la position topographique des bassins de stockage (80 m NGF et plate-forme à 12,40 m NGF), la distribution d'eau douce brute sur le site se fait gravitairement par un réseau en charge.

3.1. STATIONS DE POMPAGE

Les prélèvements en eau douce, pour les trois réacteurs, sont effectués dans les trois rivières suivantes :

- le Petit Douet (Cf. [Figure p](#)),
- le Grand Douet (Cf. [Figure p](#)),
- la Diélette (Cf. [Figure q](#))

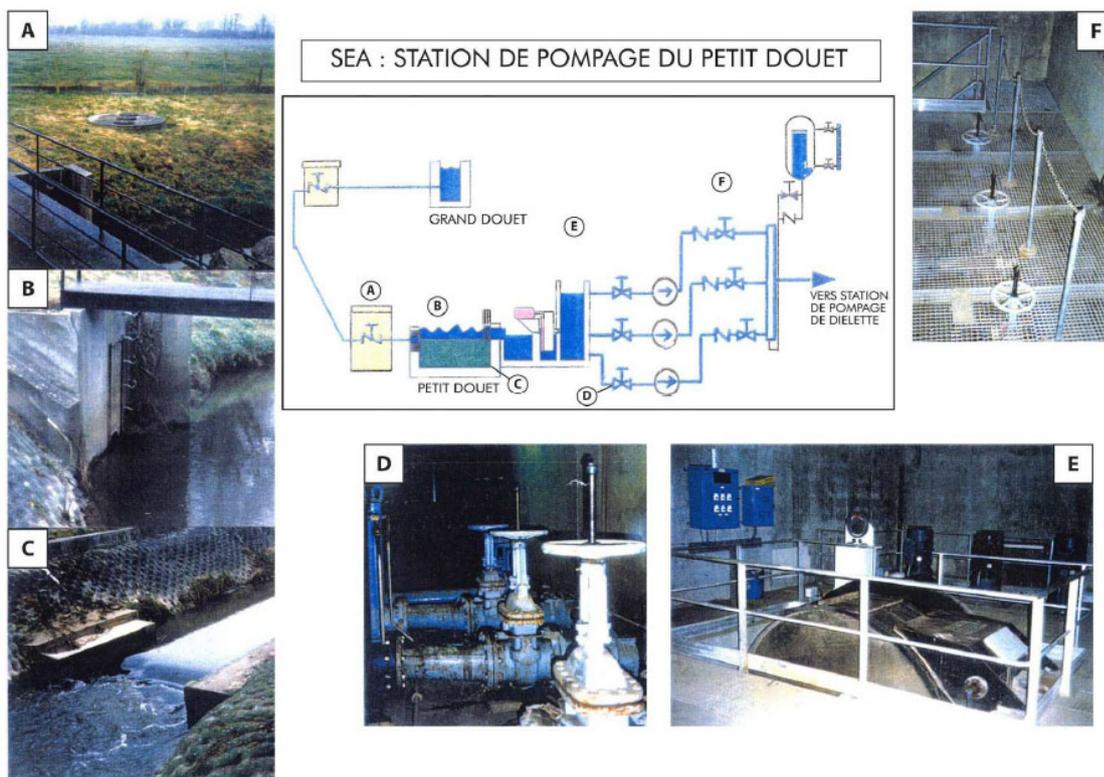


Figure p : Schéma synoptique et vues des installations de pompage d'eau douce dans le Petit Douet et le Grand Douet

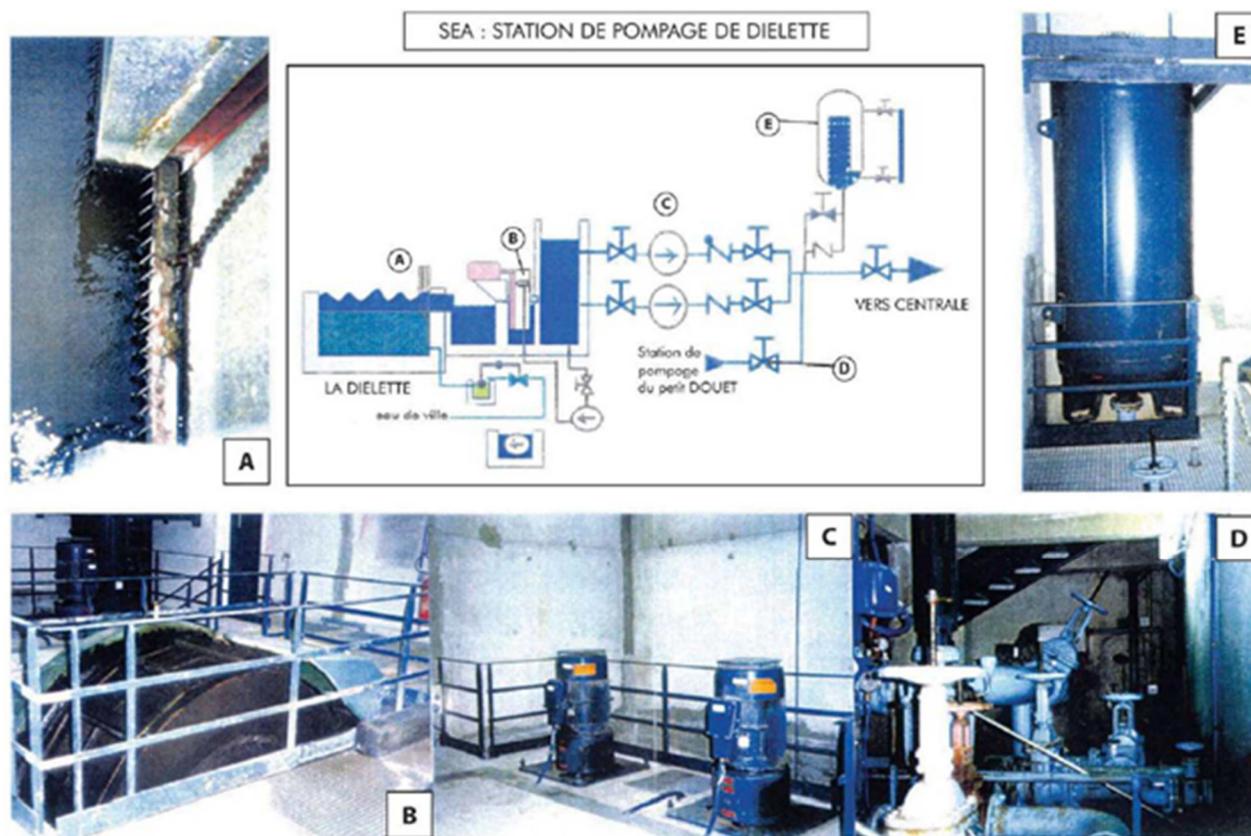


Figure q : Schéma synoptique et vues des installations de la station de pompage d'eau douce dans la Diélette

Une dérivation est pratiquée du Grand Douet vers le Petit Douet. Elle est autorisée pour un prélèvement maximum de 31 L/s.

Deux stations de pompage permettent de subvenir aux besoins du CNPE à partir des eaux douces superficielles :

- Une station sur le Petit Douet. Le pompage autorisé au niveau de cette station (Siouville) est de :
 - 45 L/s en régime normal,
 - 83 L/s en régime exceptionnel (c'est-à-dire en cas d'indisponibilité de la station de pompage de Diélette).

Les débits précédents incluent l'apport du Grand Douet.

- Une station sur la Diélette, pour laquelle le débit de pompage autorisé est de 45 L/s et exceptionnellement de 68 L/s (en cas d'indisponibilité de la station de pompage de Siouville).

Prise d'eau dans le Grand Douet de la commune d'Héauville

L'ouvrage de prise d'eau dans le Grand Douet est situé sur la rive gauche du cours d'eau. Il ne fait pas saillie dans le ruisseau, n'entrave pas l'écoulement normal des eaux, et ne retient pas de corps flottants. Il est muni d'une grille et alimente une canalisation de 350 mm de diamètre qui conduit le débit prélevé de 31 L/s, gravitairement, jusque dans la rivière le Petit Douet. Un dispositif de contrôle permet de mesurer à tout instant le débit dérivé.

A l'aval de la prise d'eau, est établi un seuil déversant en travers du cours d'eau qui permet d'alimenter la prise d'eau en période d'étiage.

Prise d'eau dans le Petit Douet sur les communes d'Héauville et de Siouville

L'ouvrage de prise d'eau est situé sur la rive gauche du Petit Douet et comprend une canalisation de 800 mm de diamètre qui dirige les eaux gravitairement vers la station de pompage prélevant un débit total de 45 L/s en régime normal et 83 L/s en régime exceptionnel (c'est-à-dire en cas d'indisponibilité de la station de pompage de Diélette). Ces débits incluent l'apport du Grand Douet.

Cet ouvrage ne fait pas saillie dans le cours d'eau, n'entrave pas l'écoulement normal des eaux, et ne retient pas les corps flottants.

A l'aval de la prise d'eau, un seuil déversant permet de maintenir une légère retenue d'eau en période d'étiage. Cet ouvrage comporte un radier en béton armé dont le dessus est arasé au niveau du lit de la rivière et deux bajoyers consolidant les berges. Un seuil gonflable est fixé sur le radier et permet, lorsqu'il se gonfle, la création d'un plan d'eau.

Prise d'eau dans la Diélette

L'ouvrage de prise d'eau est installé sur la rive gauche de la Diélette de la commune de Tréauville. Il ne fait pas saillie dans le ruisseau, n'entrave pas l'écoulement normal des eaux, et ne retient pas de corps flottants.

Comme sur le Petit Douet, un seuil déversant est présent à l'aval de la prise d'eau. De la même manière, il comporte un radier en béton armé dont le dessus est arasé au niveau du lit de la rivière et deux bajoyers consolidant les berges. Un seuil gonflable est fixé sur le radier et permet, lorsqu'il se gonfle, la création d'un plan d'eau.

Le débit maximum prélevé est de 45 L/s en régime normal. Exceptionnellement, il peut être de 68 L/s en cas de panne de la station de pompage du Petit Douet.

Les stations de pompage sur la Diélette et le Petit Douet se composent respectivement de deux et trois pompes d'une capacité respective de 120 m³/h et 100 m³/h chacune, mais une seule pompe est en fonctionnement à la fois dans chaque station. Il est possible d'utiliser une seule station ou les deux stations à la fois (le débit global est alors de 180 m³/h, compte tenu des pertes de charge).

Les régimes exceptionnels pour la Diélette et le Petit Douet ne sont autorisés qu'en cas d'indisponibilité de l'une des stations de pompage et doivent être de courte durée.

3.2. CONDUITES D'ACHEMINEMENT

L'acheminement de l'eau pompée dans les trois cours d'eau vers le site de Flamanville est réalisé par le biais :

- d'une dérivation d'une partie des eaux du Grand Douet vers le Petit Douet (fonctionnement gravitaire) ;
- d'une conduite permettant l'acheminement des eaux prélevées dans le Petit Douet ou le Grand Douet vers la station de pompage de Siouville ;
- d'une conduite permettant l'acheminement des eaux prélevées dans la Diélette vers la station de pompage de Diélette ;
- d'une tuyauterie unique située au refoulement des deux stations de pompage de Siouville et de Diélette, permettant le remplissage de l'un ou l'autre des deux bassins SEA du site.

Nota : depuis ces dernières années, l'alimentation des bassins SEA à partir du Petit Douet et du Grand Douet est privilégiée, compte-tenu du fait que les eaux de la Diélette sont de moins bonne qualité physico-chimique (chargées en nutriments et en matière organique) et donc moins adaptées aux besoins du site (notamment pour le fonctionnement de la station de déminéralisation).

3.3. BASSINS DE STOCKAGE

Installés en un point haut du site de Flamanville, sur la falaise, les deux bassins, de même capacité, sont communicants avec possibilité d'isolement pour la vidange de l'un d'eux lors des opérations de nettoyage (élimination des boues éventuelles via une filière déchets)

Ils constituent une réserve totale d'un volume d'environ 140 000 m³ (70 000 m³ chacun).

Le bassin SEA Nord sera principalement dédié à la réserve d'eau d'ultime secours (appoint ultime) des trois réacteurs.

Le volume de stockage du bassin SEA Sud permet de constituer une réserve d'eau douce suffisante pendant les périodes d'étiage au cours desquelles le respect des débits réservés des cours d'eau n'autorise pas le pompage. Cette réserve permet principalement d'alimenter en eau douce l'installation de production d'eau déminéralisée.

Les autres utilisations de cette eau douce sont les suivantes :

- alimentation de secours des générateurs de vapeur,
- alimentation des ballons de purge des chaudières auxiliaires (XCA),
- rinçage des réservoirs T, S et Ex,
- différentes utilisations en salle des machines (ballon de purge atmosphérique du circuit VVP...),
- différentes utilisations de la station de pompage (arrosage des presse-étoupes...),
- réserve incendie (JPD).

Les deux bassins étant situés à environ 75 m au-dessus du niveau de la plate-forme de l'usine, l'eau est distribuée gravitairement par un réseau en charge dans le site de Flamanville.

3.4. JAVELLISATION

Une chloration peut être réalisée en simultané du remplissage des bassins d'eau douce. Cette chloration n'est pas systématique et dépend de la qualité de l'eau du bassin en remplissage et principalement de la quantité d'algues présentes en surface.

Une chloration peut également être faite au départ du bassin dans la tuyauterie alimentant la station de déminéralisation ; cette chloration est en service d'avril à octobre. L'injection est d'environ 3 mg/L (en chlore total).

Le chlore est entièrement consommé ou réduit par injection de bisulfite de sodium.

4.

OUVRAGES DE PRODUCTION D'EAU DEMINERALISÉE À PARTIR DE L'EAU DE MER

La station de dessalement SDS est utilisée préférentiellement pour la production d'eau déminéralisée à la station de production d'eau déminéralisée SDA pour diminuer la consommation d'eau douce.

L'installation de déminéralisation (SDA) vient compléter les besoins du site en cas de forte demande ou en cas d'indisponibilité de l'installation de dessalement.

Deux pompes centrifuges verticales sont installées en station de pompage du réacteur 1 dans le ru d'eau commun avec les pompes SEC.

Ces pompes sont équipées d'un variateur électronique de vitesse afin de s'adapter aux besoins de l'installation. Le débit d'alimentation est de l'ordre de 224 m³/h.

La description de l'unité de dessalement et de la production d'eau déminéralisée est détaillée dans l'[Annexe 3](#).

ÉTUDE D'IMPACT

- Annexe 2 -

Traitement des effluents radioactifs liquides et gazeux

PLACE DE L'ANNEXE DANS LES ANNEXES DE L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 1 – Description des ouvrages de prélèvement d'eau et de rejet dans l'environnement

Annexe 2 – Traitement des effluents radioactifs liquides et gazeux

Annexe 3 – Description de la station de production d'eau déminéralisée (intégrant l'unité de dessalement)

Annexe 4 – Description des réseaux de collecte et de traitement des effluents non contaminables du site de Flamanville (dont électrochloration)

Annexe 5 – Données chimiques liquides

Annexe 6 – Biodiversité

Annexe 7 – Population et santé humaine

SOMMAIRE

1.	OBJET.....	7
2.	PROVENANCE ET NATURE DES EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX.....	8
2.1.	EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX DU CIRCUIT PRIMAIRE	8
2.2.	EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX DU CIRCUIT SECONDAIRE	9
2.3.	EFFLUENTS EXTRAITS PAR LES VENTILATIONS DES LOCAUX	9
3.	TRAITEMENT DES EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX.....	10
3.1.	TRAITEMENT DES EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX DU CIRCUIT PRIMAIRE (SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS GAZEUX – TEG).....	10
3.1.1.	Rôle du système TEG.....	10
3.1.2.	Principe	10
3.1.3.	Description du système TEG	12
3.1.4.	Description du fonctionnement	15
3.2.	EFFLUENTS EXTRAITS PAR LES VENTILATIONS DES LOCAUX	15
3.2.1.	Ventilation du bâtiment des auxiliaires nucléaires (DWN).....	17
3.2.2.	Ventilation du bâtiment combustible (DWK)	19
3.2.3.	Ventilation de la zone contrôlée des bâtiments des auxiliaires de sauvegarde (DWL).....	19
3.2.4.	Ventilation du bâtiment réacteur (EBA)	20
3.2.5.	Ventilation de la zone contrôlée du bâtiment POE (8 DWB)	20
3.2.6.	Ventilation du bâtiment de traitements des effluents (8 DWQ)	21
3.2.7.	Ventilation de la zone contrôlée du bâtiment d'accès (DWW)	21
3.2.8.	Ventilation de l'espace entre enceintes (EDE)	21
4.	PROVENANCE ET NATURE DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES.....	22
4.1.	EFFLUENTS DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE	22
4.1.1.	Les effluents primaires.....	22
4.1.2.	Les effluents usés	23
4.2.	EFFLUENTS DU CIRCUIT SECONDAIRE	23

5.	COLLECTE DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES...	24
5.1.	EFFLUENTS DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE	24
5.1.1.	Les effluents primaires.....	24
5.1.2.	Les effluents usés.....	24
5.2.	EFFLUENTS DU CIRCUIT SECONDAIRE.....	27
6.	TRAITEMENT DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES.....	27
6.1.	SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS PRIMAIRES (TEP)	31
6.1.1.	Rôle.....	31
6.1.2.	Principe de traitement.....	31
6.1.3.	Description de l'installation	32
6.1.4.	Description du fonctionnement	33
6.2.	SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS USÉS (TEU)	34
6.2.1.	Rôle.....	34
6.2.2.	Principe de traitement des effluents liquides usés	34
6.2.3.	Description de l'installation	35
6.2.4.	Description du fonctionnement	40
6.3.	SYSTÈME DE RECUEIL, CONTRÔLE ET REJET DES EFFLUENTS DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE (KER).....	43
6.3.1.	Rôle.....	43
6.3.2.	Description de l'installation	43
6.4.	CIRCUITS DES RÉSERVOIRS SUPPLÉMENTAIRES DE SANTÉ (TER)	44
6.4.1.	Rôle.....	44
6.4.2.	Description de l'installation	44
6.5.	SYSTÈME DE STOCKAGE, CONTRÔLE ET REJET DES EAUX USÉES DE LA SALLE DES MACHINES (SEK).....	45
6.5.1.	Rôle.....	45
6.5.2.	Description de l'installation	45

TABLEAUX

Tableau a :	Principes de banalisations des traitements.....	37
Tableau b :	Principes de banalisations des traitements – Lignages possibles	41

FIGURES

Figure a :	Schéma simplifié du système de traitement des effluents gazeux (TEG)	12
Figure b :	Schéma simplifié du traitement des effluents gazeux issus des systèmes de ventilation	16
Figure c :	Schéma simplifié des chaînes de surveillance d'activité et de prélèvement (KRT) à la cheminée de rejet du HN	18
Figure d :	Cheminement des effluents liquides usés	25
Figure e :	Cheminement des effluents radioactifs liquides.....	29
Figure f :	Schéma de principe TEU	36

1. OBJET

L'objet de cette note est de :

- présenter la provenance et la nature des effluents radioactifs gazeux et liquides produits par le réacteur 3 du site de Flamanville (de type EPR),
- présenter la collecte des effluents radioactifs liquides produits par le réacteur 3,
- présenter les systèmes de traitement et de rejets des effluents radioactifs gazeux et liquides, en décrivant leur rôle, leur principe de traitement, leur conception et leur fonctionnement.

Cette annexe ne concerne que le réacteur 3 (de type EPR) du site de Flamanville.

Les systèmes de traitement d'effluents radioactifs gazeux du réacteur 3 sont spécifiques au réacteur 3, et ne sont pas reliés aux systèmes de traitement gazeux des installations des réacteurs 1 et 2.

Concernant le traitement des effluents radioactifs liquides, il est relié aux systèmes de collecte KER (système de recueil, contrôle et rejet des effluents de l'îlot nucléaire) / TER (système de réservoirs complémentaires de santé) / SEK (système de stockage, contrôle et rejet des eaux usées de la salle des machines) communs du site.

Les modalités de traitement des effluents radioactifs gazeux et liquides décrites dans cette annexe contribuent à optimiser la gestion des rejets des effluents.

2.

PROVENANCE ET NATURE DES EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX

2.1. EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX DU CIRCUIT PRIMAIRE

Les effluents radioactifs gazeux proviennent :

- du dégazage des effluents primaires par les dégazeurs du système de Traitement des Effluents Primaires (TEP),
- des dégazages dans les ciels gazeux des capacités contenant du fluide primaire ou des effluents primaires :
 - un réservoir de contrôle volumétrique (RCV, système de contrôle chimique et volumétrique) ;
 - six réservoirs de stockage de l'eau primaire (TEP) ;
 - quatre réservoirs de décharge du pressuriseur et les ballons de retour des fuites des joints n° 2 des groupes moto pompe primaire (faisant partie du RCP (Circuit Primaire) ;
 - huit réservoirs des effluents primaires (RPE système de purges et événements nucléaires) collectant les effluents primaires dans le HN, les HL, le HK et le HR ;
 - trois réservoirs de stockage d'acide borique (REA système d'appoint en eau et en bore) ;
 - un réservoir de collecte des échantillons primaires (REN système d'échantillonnage nucléaire).

Ces effluents gazeux sont directement déchargés dans le circuit de traitement des effluents gazeux (TEG).

Les balayages des capacités ou appareils contenant du fluide primaire maintiennent un faible taux d'hydrogène ou d'oxygène dans la phase gazeuse.

Associés à la recombinaison, les balayages des capacités ou appareils permettent d'autoriser ainsi le traitement des effluents liquides primaires hydrogénés dans le système de traitement des effluents primaires TEP et l'évacuation des gaz issus du traitement au TEG.

2.2. EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX DU CIRCUIT SECONDAIRE

En principe, le circuit secondaire n'est pas radioactif. En cas de faible inétanchéité entre le circuit primaire et le circuit secondaire au niveau des tubes des générateurs de vapeur, le circuit secondaire peut être contaminé par le tritium notamment.

Les effluents gazeux du secondaire sont produits par l'air extrait par les pompes à vide au niveau du condenseur (circuit CVI). Ces effluents peuvent être contaminés par des gaz radioactifs, notamment du tritium.

2.3. EFFLUENTS EXTRAITS PAR LES VENTILATIONS DES LOCAUX

Ils sont produits par l'extraction de la ventilation des locaux contaminables ou des locaux présentant un risque d'exposition à l'iode. Le tableau suivant liste les ventilations et les bâtiments associés. Les effluents gazeux sont rejetés via la cheminée de rejet du HN.

Ventilation	Bâtiment
DWN	HN
DWK et DWN, ou DWL	HK
DWN ou DWL	HL
EBA Grand débit et DWN, ou EBA Petit débit	HR
DWB*	POE
DWW	Bâtiment d'accès
DWQ*	HQ
EDE	Espace entre enceintes

(*) : Raccordement à la cheminée du réacteur 3 uniquement.

3.

TRAITEMENT DES EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX

3.1. TRAITEMENT DES EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX DU CIRCUIT PRIMAIRE (SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS GAZEUX – TEG)

3.1.1. RÔLE DU SYSTÈME TEG

Le système TEG assure les fonctions suivantes :

- compenser les variations de volume liquide dans les réservoirs connectés par une évacuation ou une admission du volume gazeux correspondant ;
- balayer à l'azote puis traiter les effluents gazeux résultant du dégazage du fluide primaire dans les capacités, confiner les gaz radioactifs des réservoirs connectés ;
- limiter dans le système et dans les composants connectés les concentrations en hydrogène (risque d'explosion) et en oxygène (risque de corrosion) ;
- gérer l'excès de gaz produit dans les systèmes connectés lors des transitoires du réacteur ;
- retenir les gaz rares radioactifs pendant la phase de décroissance pour rendre compatibles les rejets à l'atmosphère avec les limites de rejet réglementaires.

3.1.2. PRINCIPE

Le principe de fonctionnement repose sur :

- la circulation en boucle quasi-fermée des effluents ;
- la recombinaison de l'hydrogène ;
- un passage des effluents gazeux dans une ligne à retard.

La ligne à retard a pour rôle de réduire la radioactivité des effluents gazeux en assurant une durée de décroissance radioactive des gaz rares (40 jours minimum de décroissance pour les Xétons, 40 heures minimum pour les Kryptons) grâce au phénomène d'adsorption par des charbons actifs contenus dans les trois lits à retard qui constituent cette ligne.

L'activité contenue dans les effluents gazeux primaires est majoritairement constituée de radionucléides à période très courte (moins d'une journée) et courte (essentiellement le xénon 133 qui a une période de 5,3 jours et exceptionnellement de l'iode 131 qui a une période de 8,1 jours).

Le passage sur la ligne de retard permet l'élimination de la quasi-totalité de ces produits de fissions.

Après passage sur cette ligne à retard, les effluents gazeux sont envoyés vers le système DWN de ventilation du HN qui assure une filtration sur filtres absolus et, si besoin, sur piège à iode avant leur rejet à la cheminée. Une chaîne KRT située en sortie de la ligne à retard assure la mesure continue de l'activité des effluents gazeux avant leur envoi vers DWN et une chaîne spectrométrie pour la comptabilisation du Krypton 85 et du Xénon 131m à la sortie du TEG. La chaîne KRT bêta global à la cheminée du HN isole le rejet TEG en cas de dépassement de seuil 2.

3.1.3. DESCRIPTION DU SYSTÈME TEG

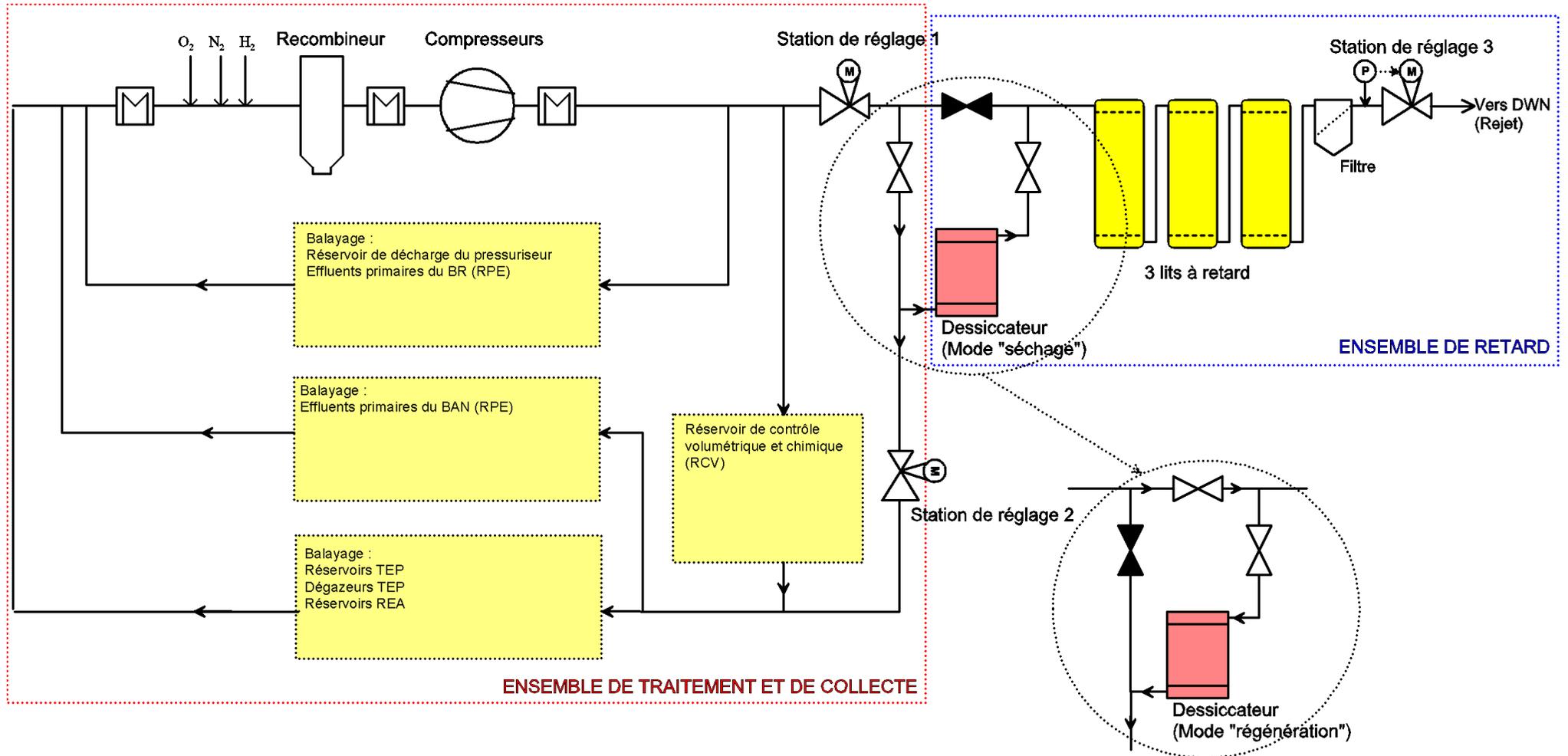


Figure a : Schéma simplifié du système de traitement des effluents gazeux (TEG)

Le système propre au réacteur 3 est composé des deux ensembles suivants détaillés dans les [Paragraphe 3.1.3.1](#) et [3.1.3.2](#) :

- L'ensemble de traitement est composé de :
 - une partie Balayage ;
 - une partie Préparation des gaz ;
 - une partie Recombinaison ;
 - une partie Compression ;
 - une partie Distribution des gaz.
- L'ensemble de retard est composé de :
 - une partie Séchage ;
 - une partie Ligne à retard.

3.1.3.1. Ensemble de traitement

Partie Balayage

Les principales sources de gaz (réservoirs et capacités) connectées au système de traitement des effluents gazeux (TEG) sont :

- le réservoir de décharge du pressuriseur (RCP) ;
- les ballons de récupération des fuites des joints n° 2 des GMPP (Groupe Moto Pompe Primaire) ;
- le réservoir de contrôle volumétrique (RCV) ;
- le réservoir des effluents primaires du HR (système RPE dans le HR) ;
- les réservoirs des effluents primaires du HN, du HL et du HK (système RPE) ;
- les réservoirs de stockage des effluents primaires (système TEP) ;
- la colonne d'acide borique (système TEP) ;
- les dégazeurs (système TEP) ;
- la bache de stockage de l'acide borique (système REA) ;
- le réservoir de récupération et de transfert des échantillons (système REN).

L'hydrogène et les gaz radioactifs sont dégazés dans les composants connectés.

Tous les réservoirs sont balayés en permanence par le système de traitement des effluents gazeux (TEG), excepté les bâches de stockage REA d'acide borique et le dégazeur TEP6 qui font juste l'objet d'une extraction.

Les lignes de balayage et les réservoirs sont en dépression pour confiner les gaz.

Partie Préparation des gaz

Le gaz de balayage est séché dans un sécheur (échangeur de chaleur refroidi par l'eau du système DER).

Les condensats sont évacués vers le système de purges et évènements nucléaires (RPE).

La mesure des concentrations en hydrogène et oxygène en amont du recombineur se fait par prélèvement sur le flux gazeux principal d'un flux généré par deux compresseurs (un troisième étant en attente). Le gaz est séché sur un sécheur. Les concentrations en hydrogène et oxygène dans le gaz sont mesurées par des mesures H₂/O₂.

Pour obtenir les conditions stoechiométriques avant recombinaison, de l'hydrogène et de l'oxygène sont injectés par des vannes réglantes redondantes au titre de la disponibilité.

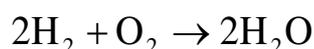
De l'azote est injecté par une vanne réglante lorsque la dépression devient trop importante.

Partie Recombinaison

Le recombineur est constitué de billes de substrat revêtues d'un film de palladium (recombineur catalytique). Il permet au système TEG de traiter des effluents hydrogénés (recombinaison de l'hydrogène) ou aérés (recombinaison de l'oxygène) en assurant la formation d'eau à partir d'hydrogène et d'oxygène.

Bien que la réaction commence à température ambiante, le catalyseur est chauffé par trois réchauffeurs pour garantir son bon fonctionnement en empêchant l'humidité de se condenser sur le catalyseur (l'eau sous forme liquide est un poison pour le catalyseur).

Par ailleurs, un ratio hydrogène sur oxygène de 2,05 pour 1 est maintenu constant par injection régulée d'oxygène et d'hydrogène en amont du recombineur. Le surplus d'hydrogène assure la recombinaison complète de l'oxygène selon la réaction chimique :



Le recombineur contribue à permettre des concentrations en oxygène et hydrogène dans le gaz de balayage inférieures aux limites d'inflammabilité et d'explosivité permettant ainsi la réutilisation du gaz issu de la recombinaison pour balayer de nouveau les capacités et appareils.

Le contrôle de la recombinaison de l'hydrogène et de l'oxygène est réalisé par l'ensemble de mesure H₂/O₂ après passage du gaz sur un sécheur.

Partie Compression

Deux compresseurs à anneau liquide et rotor noyé compriment les gaz en aval du recombineur pour assurer les débits de balayage et la dépression d'une partie du circuit.

Partie Distribution de gaz

Un ensemble de stations de réglage (vannes réglantes) assure les pressions et les débits suffisants dans les capacités connectées au système TEG.

3.1.3.2. Ensemble de retard

Partie Séchage

La présence d'humidité diminue l'efficacité de rétention des filtres à charbons actifs. Selon le mode de fonctionnement, le séchage est assuré soit par une détente adiabatique (Cf. [Paragraphe 3.1.4.1](#)) soit par un dessiccateur à gel de silice (Cf. [Paragraphe 3.1.4.2](#)). Des capteurs d'humidité sont installés en amont des lits à retard pour contrôler la qualité des gaz entrants.

Partie Ligne à retard

La ligne à retard se compose de trois lits à retard en série, constitués de charbon actif dont le rôle est de réduire la radioactivité du gaz qui les traverse en retardant les gaz rares (Xe, Kr).

Les gaz rares sont retardés relativement au gaz porteur (azote) par adsorption dynamique sur la surface du charbon actif. Ce retard permet d'assurer une décroissance des gaz rares radioactifs :

- Xénon : ≥ 40 jours
- Krypton : ≥ 40 heures

Des mesures d'activité sont installées à la sortie de la ligne à retard, ainsi qu'à la cheminée. Une chaîne KRT (spectrométrie gamma en ligne) en aval des lits à retard assure notamment la surveillance des rejets TEG et une chaîne KRT assure la comptabilisation du Krypton 85 et du Xénon 131m en sortie du TEG.

3.1.4. DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

Le système est conçu pour fonctionner pour tous les transitoires qui se produisent lors du fonctionnement normal du réacteur. Il fonctionne suivant deux modes :

- Le fonctionnement stable.
- Le fonctionnement en excès de gaz.

3.1.4.1. Fonctionnement stable

Le système TEG et les réservoirs connectés sont balayés en permanence par de l'azote dans une boucle quasi-fermée.

Dans cette configuration, le séchage du gaz avant passage sur le lit à retard est assuré par une détente d'une pression proche de 9 bar à une légère surpression comprise entre 1 et 2 bar (station de réglage 1). Ce gaz sec est utilisé pour régénérer le dessiccateur avant de retourner dans le circuit de balayage. Une faible partie du gaz sec est également envoyée dans les lits à retard (0,2 Nm³/h environ) et rejetée via DWN. Les lits à retard sont à une pression de 1,5 bar environ.

3.1.4.2. Fonctionnement en excès de gaz

Le basculement dans le deuxième mode est lié à une forte variation des volumes libres des réservoirs connectés (diminution du volume de gaz disponible). Ce mode de fonctionnement intervient lors :

- de la phase de démarrage (eau en excès due à l'expansion thermique du fluide primaire) ;
- de la phase de balayage des boucles et de l'espace sous couvercle de la cuve à l'azote frais en phase d'arrêt ;
- de mouvements d'eau importants et non compensés dans les systèmes connectés au système TEG (lors de certaines phases de maintenance par exemple).

Dans ce mode de fonctionnement, la pression dans les lits à retard est augmentée progressivement d'une légère surpression comprise entre 1 et 2 bar à une pression proche de 9 bar par les effluents gazeux générés. Cette augmentation de pression dans les lits à retard entraîne un accroissement de leur capacité de stockage des effluents gazeux.

Par ailleurs, le dessiccateur bascule du mode « régénération » au mode « séchage » en inversant le flux gazeux. Les effluents gazeux sont alors séchés avant d'entrer dans les lits à retard à l'aide du dessiccateur.

Le fonctionnement en excès de gaz est suivi, après un certain temps (au moins 40 jours), d'une réduction graduelle de la pression d'une valeur proche de 9 bar à une légère surpression comprise entre 1 et 2 bar. Le système retourne alors au mode fonctionnement stable.

3.2. EFFLUENTS EXTRAITS PAR LES VENTILATIONS DES LOCAUX

La [Figure b](#) ci-après présente un schéma général simplifié des files d'extraction des systèmes de ventilation décrits ci-après.

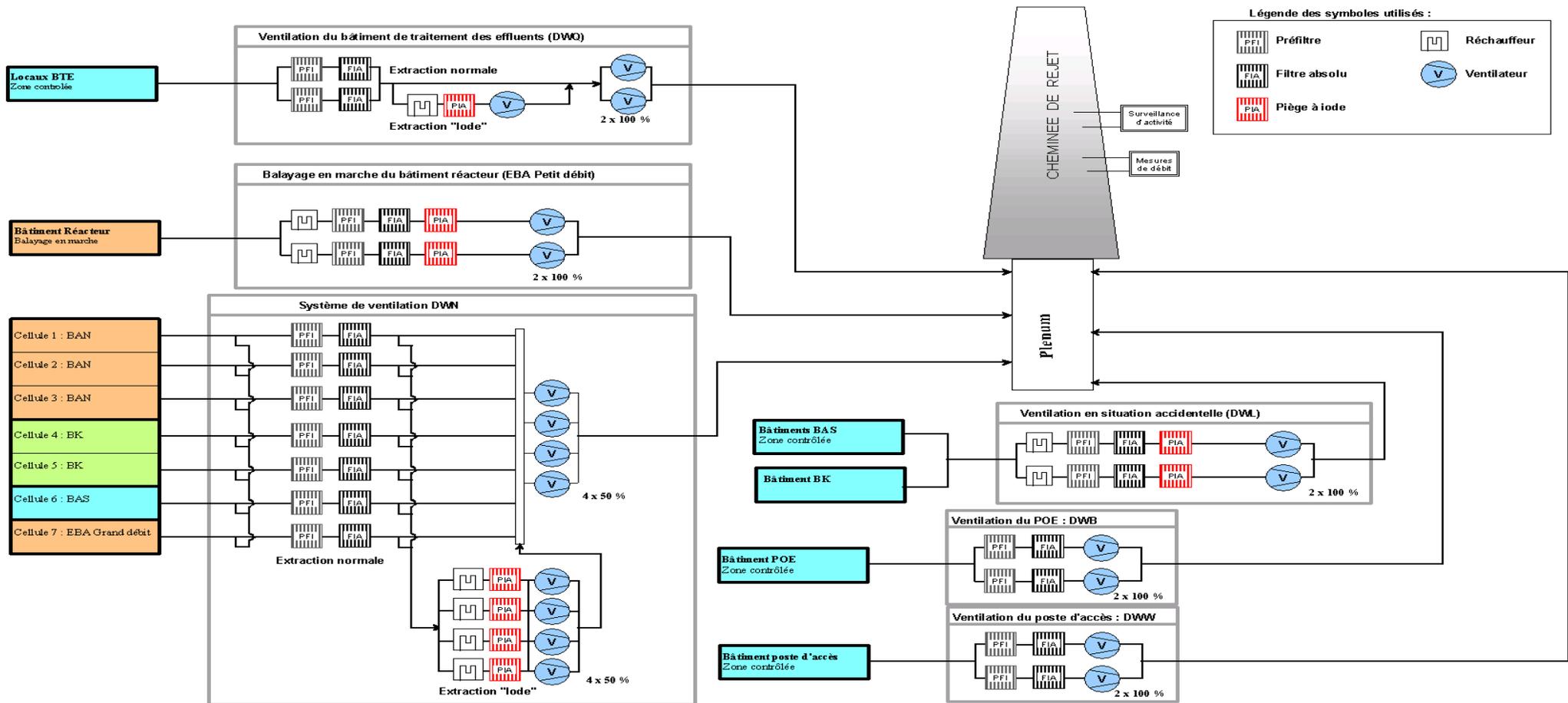


Figure b : Schéma simplifié du traitement des effluents gazeux issus des systèmes de ventilation

3.2.1. VENTILATION DU BÂTIMENT DES AUXILIAIRES NUCLÉAIRES (DWN)

3.2.1.1. Rôle du système DWN

Le système de ventilation générale du HN (DWN) permet notamment de :

- garantir pendant le fonctionnement normal que la contamination est reprise à la source afin d'éviter toute propagation depuis des locaux potentiellement contaminés vers des locaux potentiellement moins contaminés ;
- limiter les concentrations d'aérosols et gaz radioactifs dans l'atmosphère des locaux ;
- limiter la radioactivité de l'air rejeté à la cheminée pendant le fonctionnement normal.

Le système de ventilation DWN assure la filtration (sur préfiltre, filtre THE et, si besoin, piège à iode) :

- des effluents gazeux extraits des locaux du bâtiment des auxiliaires nucléaires (HN) et du bâtiment combustible (HK) ;
- des effluents gazeux extraits des locaux de la zone contrôlée des bâtiments des auxiliaires de sauvegarde (HL) en fonctionnement normal ;
- l'air nécessaire au balayage du bâtiment réacteur à l'arrêt (système EBA grand débit) ;
- des effluents gazeux issus du traitement par le circuit TEG (Cf. [Paragraphe 3.1](#)) ;
- des incondensables du circuit de mise sous vide du condenseur (circuit CVI).

3.2.1.2. Description de l'installation et de son fonctionnement

Le système DWN est propre au réacteur 3.

Il est en fonctionnement permanent en circuit ouvert sur l'extérieur via la cheminée de rejet.

Le système DWN est composé d'une centrale de soufflage, d'une centrale d'extraction normale avec filtration en permanence sur préfiltre et filtre Très Haute Efficacité (THE), d'une centrale de filtration d'iode (bipassée en fonctionnement normal), d'un réseau de gaines de soufflage, d'un réseau de gaines d'extraction relié à la cheminée de rejet du HN.

La centrale d'extraction en fonctionnement normal a un débit nominal d'environ :

- réacteur en fonctionnement : 168 400 m³/h ;
- réacteur à l'arrêt : 195 400 m³/h la différence provenant de la mise en service d'EBA grand débit.

Elle comprend :

- Sept files (cellules) de filtration en fonctionnement normale :
 - cellule 1 à 3 de débit global de 77 431 m³/h : trois caissons pour la ventilation du HN ;
 - cellules 4 et 5 de débit global nominal d'environ 59 883 m³/h : deux caissons pour la reprise de la ventilation du HK ;
 - cellule 6 de débit nominal d'environ 27 300 m³/h : un caisson pour la reprise des ventilations du HL ;
 - cellule 7 de débit nominal d'environ 27 000 m³/h : un caisson pour EBA grand débit.

Chaque caisson étanche est constitué d'un préfiltre et d'un filtre absolu (THE), de registres d'isolement et d'un registre d'équilibrage.

Pour chaque catégorie de radionucléides, le bilan est le produit de l'activité volumique de la catégorie de radionucléide par le volume d'air rejeté pendant une durée considérée :

- Pour les gaz rares, les iodes, les autres produits de fission et d'activation sous forme d'aérosols et pour le tritium, le bilan est établi chaque semaine. L'activité volumique est déterminée à partir du résultat :
 - de la spectrométrie gamma en ligne (représentatif) ou de l'analyse radiochimique en laboratoire sur un prélèvement représentatif (prélèvement continu sur 24 heures) pour les gaz rares ;
 - de l'analyse radiochimique en laboratoire sur un prélèvement représentatif sur filtre à charbon actif et filtre papier respectivement pour les iodes et les autres produits de fission ou d'activation (prélèvement continu) ;
 - de l'analyse radiochimique en laboratoire sur un prélèvement représentatif par barbotage pour le tritium (prélèvement continu).
- Pour le carbone 14, le bilan est établi chaque trimestre. L'activité volumique est déterminée à partir de la mesure du carbone 14 réalisée en laboratoire et du volume d'effluent ayant transité dans le dispositif de prélèvement. Le prélèvement est effectué à l'aide d'un prélèvement représentatif sur cartouche de tamis moléculaire ou sur barboteur à lessive de soude.

3.2.2. VENTILATION DU BÂTIMENT COMBUSTIBLE (DWK)

Ce système de ventilation, propre au réacteur 3, distribue et extrait l'air du bâtiment combustible.

Le système DWK est composé d'un réseau de gaines de soufflage et d'un réseau de gaines d'extraction connectés aux centrales de soufflage et d'extraction du système DWN (cellules 4 et 5 – Cf. [Paragraphe 3.2.1](#)). Les rejets sont assurés par le système DWN.

3.2.3. VENTILATION DE LA ZONE CONTRÔLÉE DES BÂTIMENTS DES AUXILIAIRES DE SAUVEGARDE (DWL)

Les quatre divisions du HL possèdent chacune leur propre réseau de soufflage et d'extraction.

Le système DWL assure le soufflage et l'extraction des zones contrôlées du HL avant raccordement au réseau d'extraction DWN pour contrôle et filtrage avant rejet à la cheminée du HN (cellule 6 – Cf. [Paragraphe 3.2.1](#)).

Dans chacun des quatre bâtiments des auxiliaires de sauvegarde (HL), le système DWL est composé des éléments suivants :

- Un réseau de gaines de soufflage connecté au réseau de soufflage du système DVL du HL correspondant.
- Un réseau de gaines d'extraction connecté à DWN en fonctionnement normal.

Les quatre files du système DWL partagent deux files de filtration iode équipées de filtres THE et de pièges à iode. Ces deux files de filtration iode sont utilisées uniquement en fonctionnement accidentel.

En cas d'accident de manutention combustible, l'extraction de l'air du hall piscine du HK est effectuée via les files iodes DWL.

3.2.4. VENTILATION DU BÂTIMENT RÉACTEUR (EBA)

3.2.4.1. EBA petit débit

Le rôle du système de ventilation EBA Petit Débit est de garantir le conditionnement, l'extraction et la filtration de l'air de balayage de l'enceinte. Ce système est en fonctionnement lorsque le réacteur est en puissance pour les accès du personnel dans le HR lors des opérations de maintenance du réacteur en marche et également lorsque le réacteur est à l'arrêt.

En prévision d'un accès au HR, le système EBA Petit Débit réalise un mini-balayage de l'atmosphère de l'espace de service du HR en circuit ouvert sur l'extérieur via la cheminée de rejet. Cela permet notamment de réduire l'activité due à la présence de gaz rares et de tritium et de ré-oxygéner l'atmosphère de l'espace de service.

Le système EBA Petit Débit comprend :

- un réseau de gaines de soufflage, le soufflage est assuré par le système DWN ;
- un réseau de gaines d'extraction avec des préfiltres, des filtres THE (Très Haute Efficacité) et des pièges à iode ;
- une gaine de rejet connectée à la cheminée de rejet du HN.

Des chaînes de mesure d'activité et de prélèvement (KRT) sont installées sur le système. Elles permettent de surveiller l'activité des gaz du HR avant et pendant le rejet vers la cheminée.

La centrale d'extraction a un débit nominal de 5 000 m³/h.

3.2.4.2. EBA grand débit

Le rôle du système de ventilation EBA Grand Débit est de garantir pendant l'arrêt du réacteur, le conditionnement et le rejet à la cheminée de l'air du HR (espace de service et compartiment équipements). Il assure la réduction de la concentration en produits de fission ou d'activation dans le bâtiment réacteur, afin de permettre l'accès du personnel en toute sécurité lors d'un arrêt à froid.

Le système EBA Grand Débit est composé d'un réseau de gaines de soufflage (depuis DWN) et d'un réseau de gaines d'extraction raccordé au DWN en amont de la file de filtration normale (cellule 7 – Cf. [Paragraphe 3.1.2](#)).

Le système EBA Grand Débit a également pour rôle de maintenir une température ambiante dans le bâtiment réacteur acceptable pour le personnel lors des arrêts à froid.

3.2.5. VENTILATION DE LA ZONE CONTRÔLÉE DU BÂTIMENT POE (8 DWB)

La zone contrôlée du Pôle Opérationnel d'Exploitation (POE) comprend les laboratoires chauds, les vestiaires chauds et le local source.

Le rôle du système de ventilation de la zone contrôlée du Pôle Opérationnel d'Exploitation (POE) est de garantir le confinement des produits radioactifs liés aux activités dans les laboratoires chauds et en cas de contamination d'un intervenant.

Le système de ventilation DWB est en fonctionnement permanent ouvert sur l'extérieur via la cheminée de rejet du HN. Il comprend un réseau de gaines de soufflage et d'extraction et de deux centrales d'extraction avec préfiltres et de filtres THE.

La centrale d'extraction a un débit d'environ 30 000 m³/h.

3.2.6. VENTILATION DU BÂTIMENT DE TRAITEMENTS DES EFFLUENTS (8 DWQ)

Le rôle du système de ventilation du bâtiment de traitement des effluents (HQ) est de garantir le confinement des produits radioactifs liés aux opérations de traitement des effluents usés (TEU) et de traitement des effluents solides (TES).

Le système de ventilation DWQ est en fonctionnement permanent ouvert sur l'extérieur via la cheminée de rejet du HN. Il comprend un réseau de gaines d'extraction, de préfiltres, de filtres THE (Très Haute Efficacité) et d'un piège à iode bippassé en lignage normal.

3.2.7. VENTILATION DE LA ZONE CONTRÔLÉE DU BÂTIMENT D'ACCÈS (DWW)

Les principes de fonctionnement sont proches de ceux du système de ventilation DWB (Cf. [Paragraphe 3.2.5](#)). Le système DWW assure la ventilation de la zone contrôlée de la Tour d'accès.

Le système de ventilation DWW est en fonctionnement permanent ouvert sur l'extérieur via la cheminée de rejet du HN. Il comprend un réseau de gaines de soufflage et d'extraction et deux centrales d'extraction équipées de préfiltres et de filtres THE (Très Haute Efficacité).

3.2.8. VENTILATION DE L'ESPACE ENTRE ENCEINTES (EDE)

La participation du système EDE à la limitation des rejets radioactifs se décline comme suit :

- lors du fonctionnement normal du réacteur, le file opérationnel fonctionne en continu de manière à ce que la dépression dans l'espace entre enceintes soit déjà présente en cas d'accident ;
- lors du fonctionnement accidentel, l'espace entre enceinte est maintenu en dépression de manière à collecter les fuites depuis l'intérieur de l'enceinte, y compris les fuites collectées par le système EPP d'étanchéité et contrôle des fuites de l'enceinte.

Ces fuites sont ensuite extraites vers la cheminée après une filtration à l'aide de filtres THE (Très Haute Efficacité) et de pièges à iode.

4.

PROVENANCE ET NATURE DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

4.1. EFFLUENTS DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE

4.1.1. LES EFFLUENTS PRIMAIRES

Les effluents primaires sont constitués par de l'eau de qualité primaire aérée ou hydrogénée. Ils sont contaminés et recyclables tant que l'activité du circuit primaire en tritium n'est pas trop importante et que leur qualité chimique respecte les spécifications de l'eau d'appoint du circuit primaire.

Ces effluents sont soit collectés par le système RPE de collecte des effluents primaires, soit provenant des décharges du système de contrôle chimique et volumétrique (système RCV).

Le système RPE de collecte des effluents primaires reçoit les effluents en provenance :

- de la décharge de fluide primaire liée au fonctionnement du réacteur ;
- de la décharge des soupapes de sûreté ;
- des fuites et purges de fluide primaire ;
- du transfert de fluide primaire.

Des améliorations dans la conception du RPE (meilleure ségrégation des effluents notamment) permettent de maximiser le recyclage du bore.

Les effluents primaires qui proviennent de la décharge du système RCV résultent des mouvements d'eau dus au fonctionnement du circuit primaire : dilutions ou borications pour suivi de charge, expansion ou contraction du circuit primaire lors de démarrage ou d'arrêt du réacteur. Ils sont également transférés au système TEP pour recyclage (si l'activité en tritium et la qualité chimique de l'effluent le permet).

4.1.2. LES EFFLUENTS USÉS

Les effluents liquides usés sont par nature non recyclables.

Une collecte sélective est réalisée en fonction de leur activité et de leurs caractéristiques chimiques, de façon à réduire le volume d'effluents à traiter et à adapter au mieux le mode de traitement.

Les effluents liquides usés sont collectés par l'intermédiaire du système RPE, suivant trois catégories :

Drains Résiduaire (DR)

Ils sont composés de fluide primaire pollué provenant des purges et de fuites des matériels, consécutives à leur rinçage ; ils ne sont pas recyclés du fait de leur faible concentration en bore, et de leur pollution potentielle (caractéristiques chimiques inadéquates, taux de matières en suspension trop élevé) en cas de décontamination. En général, leur niveau de pollution modéré leur permet d'être traités différemment des drains chimiques.

Effluents ou Drains Chimiques (DC)

Produits principalement dans le HN, ils sont composés d'effluents réputés chimiquement pollués et actifs, provenant notamment du laboratoire REN et des circuits de décontamination du fluide primaire.

Drains de planchers (DP)

Ils sont eux-mêmes divisés en 3 catégories (hors DP collectés dans le HQ et le POE) :

- *Drains de Planchers 1 (DP1)* : ils sont potentiellement contaminés et proviennent des fuites exceptionnelles des matériels véhiculant du fluide réputé actif et des lavages de sols ; les puisards sont implantés dans des zones à locaux contenant des matériels véhiculant du fluide réputé actif.
- *Drains de Planchers 2 (DP2)* : ils sont peu ou pas contaminés et proviennent des fuites, des lavages de sols, et des purges de matériels tels que ceux contenant du fluide secondaire ou RRI ; les puisards sont implantés dans des zones à locaux ne contenant pas des matériels véhiculant du fluide réputé actif, en zone contrôlée.
- *Drains de Planchers 3 (DP3)* : ces effluents sont produits uniquement hors zone contrôlée. Ils sont réputés normalement non contaminés et proviennent des purges de matériels tels que ceux contenant du fluide secondaire ou RRI, des fuites, des lavages de sols.

4.2. EFFLUENTS DU CIRCUIT SECONDAIRE

Les effluents du circuit secondaire proviennent essentiellement des systèmes des salles des machines et des purges des générateurs de vapeur (système APG).

Le circuit secondaire étant séparé du circuit primaire par les tubes des générateurs de vapeur, ces effluents sont normalement non actifs. En cas d'inétanchéité des tubes des générateurs de vapeur, le circuit secondaire peut être contaminé, notamment par le tritium.

5.

COLLECTE DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

Les effluents décrits au [Paragraphe 4](#) sont collectés sélectivement de manière à leur appliquer le traitement le plus adapté à leurs caractéristiques physico-chimiques et à leur activité.

Pour les effluents de l'îlot nucléaire, cette collecte est assurée par le système des purges et événements nucléaires (RPE).

5.1. EFFLUENTS DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE

5.1.1. LES EFFLUENTS PRIMAIRES

Les effluents primaires recyclables sont collectés par le système RPE dans des capacités balayées par le système TEG de traitement des effluents gazeux avant d'être envoyés au système de traitement des effluents primaires TEP.

5.1.2. LES EFFLUENTS USÉS

La [Figure d](#) ci-après donne une représentation du cheminement des effluents liquides usés.

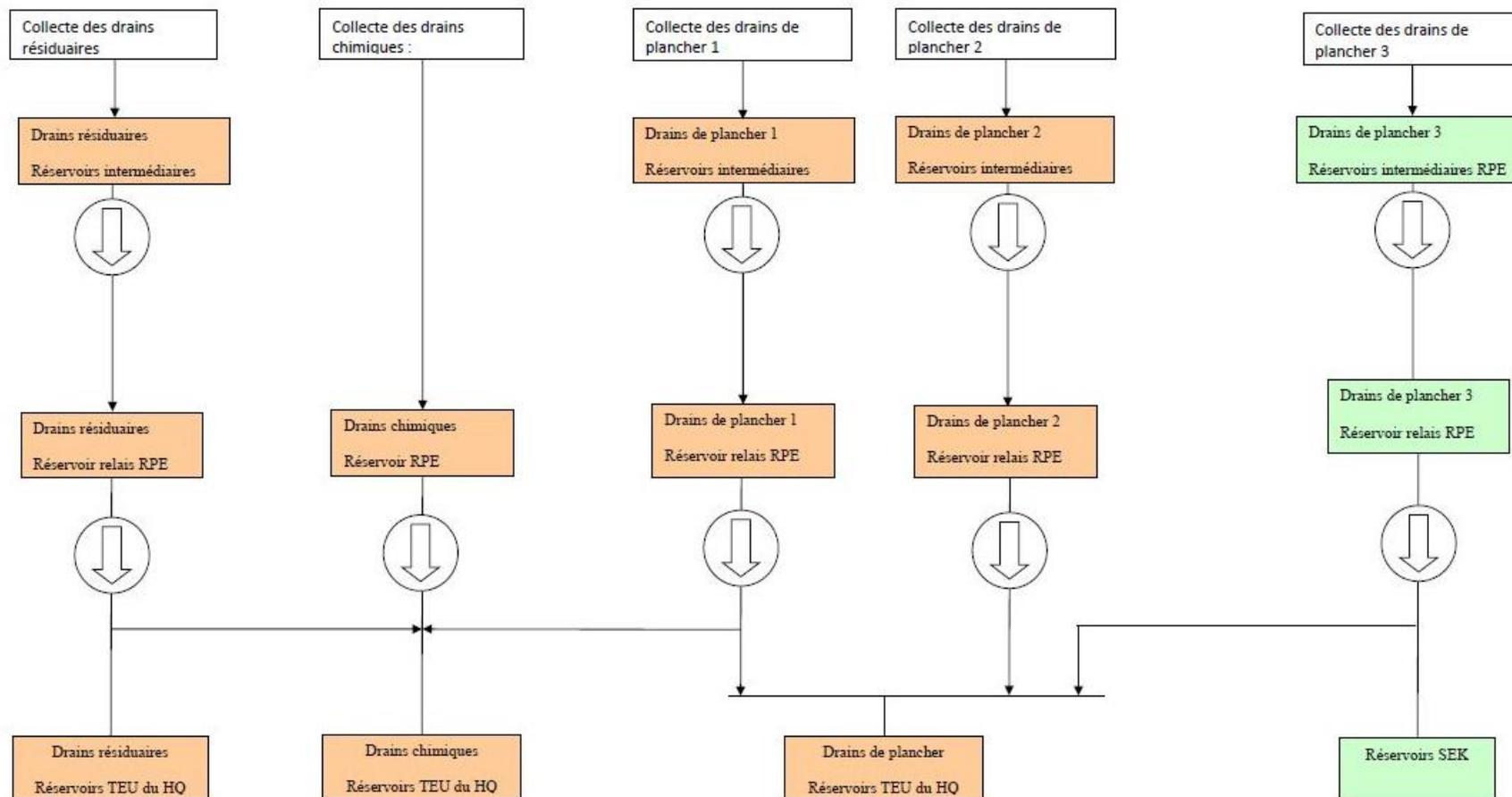


Figure d : Cheminement des effluents liquides usés

Les effluents liquides usés sont collectés par l'intermédiaire du système RPE, suivant trois catégories : Drains Résiduaire (DR), effluents ou Drains Chimiques (DC), Drains de Planchers (DP).

Les Drains de Planchers (DP), hors ceux collectés dans le bâtiment de traitement des effluents (HQ) et le Pôle Opérationnel d'Exploitation (POE), sont eux-mêmes divisés en trois catégories DP1, DP2 et DP3 définies à partir de niveau de contamination du fluide et de la zone géographique de l'îlot nucléaire ou du contenu des locaux en termes de systèmes.

Chaque catégorie d'effluents (hors effluents collectés dans le HQ et le POE) aboutit dans un puisard relais situé dans le HN qui permet un contrôle volumique et radiochimique par mesure en continu de l'activité gamma globale (KRT) des effluents et, lorsque cela est possible, par échantillonnage des effluents avant leur envoi vers le système de traitement des effluents usés TEU pour ce qui concerne les drains résiduaire, DR, drains chimiques (DC), drains de planchers de catégories 1 et 2 et généralement vers les réservoirs SEK pour les drains de planchers de catégorie 3.

Chaque catégorie d'effluents collectés dans le bâtiment de traitement des effluents (HQ) et le pôle opérationnel d'exploitation aboutit dans un puisard principal situé dans le HQ qui permet un contrôle volumique et, lorsque cela est possible, radiochimique par échantillonnage des effluents avant leur envoi vers le système de traitement des effluents usés TEU.

Les Drains Résiduaire (DR) et Drains Chimiques (DC) du système RPE sont réceptionnés dans les réservoirs TEU catégorisés DR et DC.

En cas d'incident particulier, le puisard relais RPE drains résiduaire du HN peut être aiguillé directement vers les réservoirs TEU Drains Chimiques (DC).

En ce qui concerne les Drains de Planchers (DP) du Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE) et du Pôle Opérationnel d'Exploitation (POE), ils sont recueillis dans les réservoirs dédiés du TEU.

Les drains de planchers de catégorie 1 et 2 (DP1 et DP2) ne se différencient pas dans le cadre d'une collecte ordinaire, mais dans le cas d'événements particuliers. En effet, les drains de planchers de catégorie 1, par leur composition pourraient être sujets à traitement sur évaporateur. À cette fin le puisard relais RPE drain de planchers de catégorie 1 du HN peut être aiguillé directement vers les réservoirs TEU drains chimiques. Le puisard relais drains de planchers de catégorie 2 est, quant à lui, systématiquement renvoyé vers les réservoirs TEU drains de planchers.

Les drains de planchers de catégorie 3 (DP3) se caractérisent par une collecte hors zone contrôlée et donc dans une zone géographique conventionnelle.

Les systèmes dont la purge est collectée dans les DP3 sont :

- les systèmes d'eau d'alimentation des GV : ARE et ASG. Ces fluides ne sont pas contaminés en fonctionnement normal et sont renvoyés vers les réservoirs SEK ;
- des systèmes n'échangeant pas d'énergie avec du fluide primaire et ne pouvant donc être contaminés. Ce sont les systèmes d'eau glacée pour les ventilations DEL et DER, les boucles d'eau de lutte contre l'incendie JPI ;
- des systèmes échangeant de l'énergie avec le fluide primaire soit en boucle fermée, RRI, soit en boucle ouverte, APG. Ces systèmes sont normalement non contaminés. Leur vidange volontaire vers les DP3 orientés vers les réservoirs SEK présuppose la vérification de l'absence de contamination.

Si les drains de planchers de catégorie 3 (DP3) peuvent être contaminés, le puisard relais RPE DP3 du HN est alors orienté vers les réservoirs TEU drains de planchers.

5.2. EFFLUENTS DU CIRCUIT SECONDAIRE

Les effluents du circuit secondaire, hors purges des générateurs de vapeur, sont collectés en salle des machines par le système SEK sans disposition de sélectivité.

Les purges de générateurs de vapeur, si elles ne peuvent être renvoyées au condenseur, sont filtrées et déminéralisées dans le système APG lui-même avant envoi vers KER.

6. TRAITEMENT DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

Les effluents issus de la collecte sélective RPE ou de la décharge RCV sont dirigés pour traitement spécifique, pour les effluents primaires, vers le système TEP (Traitement des Effluents Primaires) installé dans le HN, pour les effluents usés, vers le système TEU (Traitement des Effluents Usés) installé dans le HQ.

Après traitement et contrôle, les effluents qui ne sont pas recyclés sont stockés dans les réservoirs « T » du système de recueil, contrôle et rejet des effluents de l'îlot nucléaire (KER) implanté sur le site, pour contrôle avant rejet dans l'environnement.

Les effluents du circuit secondaire, à l'exception des purges des générateurs de vapeur qui sont dirigées vers le système KER, et les DP3 non contaminés du puisard relais RPE sont stockés dans les réservoirs « Ex » du système de stockage, contrôle et rejet des eaux usées de la salle des machines (SEK), pour contrôle avant rejet dans l'environnement.

En cas de production exceptionnelle d'effluents liquides, ceux-ci peuvent être stockés dans les réservoirs supplémentaires de santé, appelés « S », du système TER, après accord de l'Autorité de sûreté nucléaire.

La [Figure e](#) ci-après donne une représentation du cheminement des effluents liquides.

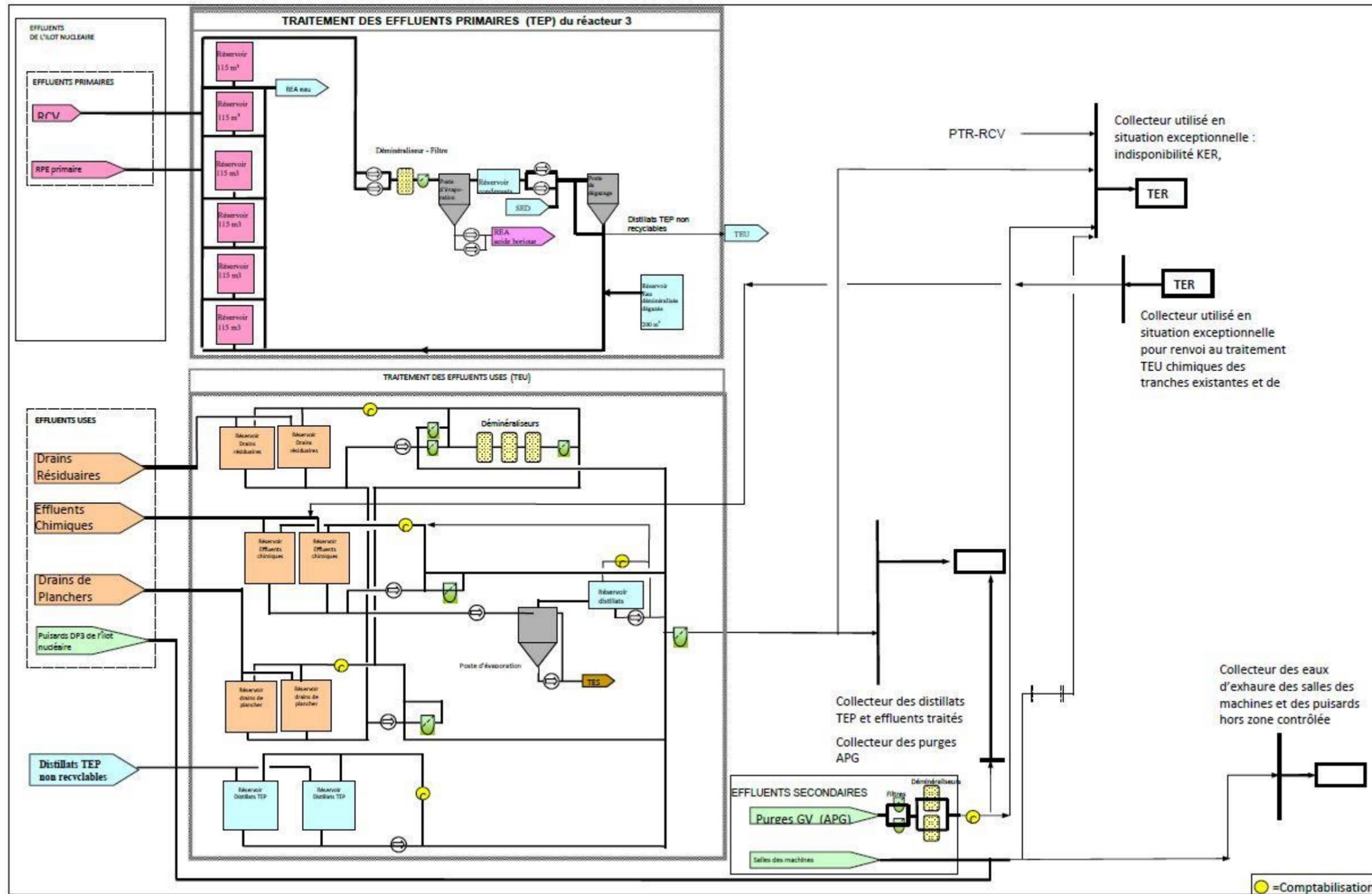


Figure e : Cheminement des effluents radioactifs liquides

6.1. SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS PRIMAIRES (TEP)

6.1.1. RÔLE

Le système TEP assure le stockage et le traitement contrôlé des effluents liquides primaires (Cf. [Paragraphe 4.1.1](#)) qui sont recyclés, lorsque leurs caractéristiques le permettent, dans le circuit primaire sous forme d'eau de qualité primaire et de solution d'acide borique concentrée.

Les principales fonctions du système TEP sont :

- le stockage des effluents primaires en provenance du RPE ou du RCV avant traitement ;
- la purification des effluents primaires ;
- la séparation des effluents primaires dégazés en deux solutions contrôlées : eau de qualité primaire (distillats) et solution d'acide borique concentrée (concentrats), et le dégazage des distillats d'évaporation ;
- le stockage de l'eau obtenue après traitement/dégazage avant réutilisation par le système d'appoint REA eau ;
- l'envoi des concentrats au système REA bore ;
- le dégazage sans modification de la concentration en bore de la décharge RCV ;
- le stockage de l'eau déminéralisée dégazée provenant du système OREA commun de site, via le sous-système TEP7, pour appoint aux bâches TEP1.

Le système TEP permet également de rejeter, après traitement, via le système TEU, vers les systèmes KER, TER, les distillats considérés comme non recyclables (en cas de niveau d'activité en tritium trop élevé par exemple).

6.1.2. PRINCIPE DE TRAITEMENT

Le fluide primaire provenant de la décharge RCV ou des réservoirs RPE de collecte des effluents primaires est stocké dans des réservoirs TEP, puis est épuré grâce à un système de déminéralisation sur résines échangeuses d'ions.

Il est ensuite séparé par évaporation en deux phases liquides :

- un distillat dont l'activité et la teneur en bore sont très faibles ;
- un concentrat riche en bore.

Les distillats sont contrôlés par échantillonnage (système REN) et par automates chimiques en ligne (oxygénomètre et conductimètre) lors de leur envoi vers l'un des réservoirs TEP ou vers REA eau, en vue de leur réutilisation dans le circuit primaire via le système d'appoint eau et bore REA et le système RCV.

Dans le cas où les distillats ne seraient pas recyclables, ceux-ci sont dégazés puis envoyés vers le système TEU pour stockage et contrôle avant transfert vers les réservoirs KER/TER. En parallèle, des distillats « propres » provenant du dégazage d'eau SED sont envoyés vers l'un des réservoirs TEP en vue de leur utilisation dans le circuit primaire via le système d'appoint eau et bore REA et le système RCV.

La nouvelle doctrine d'élimination du tritium impose le non recyclage des distillats TEP pour être réutilisés dans le circuit primaire. Ainsi, ils seront rejetés vers KER après avoir été dégazés avec TEP6, puis reconstitués via dégazage d'eau déminéralisée par TEP6 au démarrage, puis via le sous-système TEP7 lorsque celui-ci sera opérationnel.

Les concentrats sont contrôlés par échantillonnage (système REN) et automate chimique en ligne (boremètre) dans la boucle de recirculation sur l'évaporateur, puis envoyés vers les réservoirs de stockage d'acide borique du système d'appoint eau et bore (système REA), pour être réutilisés dans le circuit primaire.

La boucle de dégazage de la décharge RCV permet de dégazer le fluide primaire.

6.1.3. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Le système TEP est propre au réacteur 3 (de type EPR) du site de Flamanville.

Il est constitué :

- de six réservoirs « banalisés » affectables au stockage de l'eau déminéralisée, des distillats ou du fluide primaire ;
- d'une chaîne de purification ;
- d'un poste d'évaporation et de dégazage ;
- d'un dégazeur sur la décharge RCV (non décrit dans ce qui suit).

L'ensemble du système TEP est installé dans le Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires HN.

6.1.3.1. Réservoirs « banalisés »

Le volume unitaire de chaque réservoir est de 115 m³.

Les réservoirs sont balayés en azote en permanence par le TEG. Ils sont en légère dépression à 0,8 bar abs. approximativement.

6.1.3.2. Chaîne de purification

La chaîne de purification permet de purifier les effluents primaires, en les décontaminant par échange d'ions dans le déminéraliseur à lits mélangés.

La file comprend :

- deux pompes redondantes avec ligne de débit nul qui aspirent les effluents dans l'un des réservoirs via le barillet ;
- un déminéraliseur à lits mélangés. Il est muni de systèmes de détassage et d'évacuation des résines vers le système de Traitement des Effluents Solides (TES), à l'aide d'eau déminéralisée SED ;
- un filtre pour retenir les fines de résines ;
- une ligne d'alimentation du poste d'évaporation et de dégazage en aval ;
- des lignes d'échantillonnage pour mesurer l'efficacité des déminéraliseurs.

6.1.3.3. Poste d'évaporation et de dégazage

Son rôle est de :

- séparer les effluents primaires dégazés en eau et en acide borique de caractéristiques compatibles avec celles du système REA de façon à pouvoir réutiliser ces effluents et à limiter les rejets d'effluents liquides ;
- dégazer les distillats avant leur rejet lors des phases de détritiation notamment ;
- dégazer de l'eau SED en vue de son utilisation dans le circuit primaire.

Le poste d'évaporation est alimenté en effluents décontaminés par les mêmes pompes que celles de la file de purification.

Il se compose d'un évaporateur à compression de vapeur, d'un ballon de condensation des distillats, d'un dégazeur à chauffage électrique.

Le niveau du poste d'évaporation est régulé. La concentration en acide borique des concentrats est contrôlée dans la boucle de mesure de concentration en acide borique.

Compte-tenu de la nature des effluents à traiter, il n'y a pas de mélange entre effluents et les autres fluides nécessaires au fonctionnement du système TEP, principalement RRI.

Le ballon de condensation des distillats est relié au TEG et est régulé en niveau.

Le dégazeur évacue les gaz incondensables vers le système de traitement des effluents gazeux (TEG) et renvoie l'eau dégazée (distillats ou SED (système d'approvisionnement d'eau déminéralisée)) vers les réservoirs « banalisés » TEP, directement vers REA eau ou vers le système de traitement des effluents liquides usés (TEU). Les distillats sont contrôlés chimiquement (oxygènomètre et conductimètre en ligne) et échantillonnés si besoin (système REN) lors de leur envoi vers l'un des réservoirs TEP, vers REA eau ou vers le système TEU.

6.1.4. DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

6.1.4.1. Réservoirs « banalisés »

Les réservoirs stockent :

- le fluide primaire issu de la décharge RCV et du recyclage des effluents primaires (par RPE),
- l'eau déminéralisée dégazée ou les distillats réutilisables dans le circuit primaire via le système d'appoint eau et bore REA et le système RCV.

Lors du fonctionnement normal du réacteur, un réservoir est connecté au collecteur de fluide primaire (RCV) et effluents primaires (RPE), un autre est connecté sur le collecteur d'eau déminéralisée et distillats dégazés.

Le volume total pouvant être stocké pendant le fonctionnement en puissance ne doit pas dépasser le volume équivalent à cinq réservoirs de façon à conserver un volume équivalent à un réservoir vide en permanence (volume pouvant se répartir sur deux réservoirs adjacents) et d'éviter le mélange de fluide et effluents primaires avec l'eau déminéralisée et distillats dégazés pendant les opérations de dilution du circuit primaire.

Si besoin, le transfert du contenu d'un réservoir à un autre peut se faire avec la ligne de by-pass en raccordant la ligne de fluide et effluents primaires à la ligne d'eau déminéralisée et distillats dégazés au moyen de l'une des pompes d'alimentation de l'évaporateur.

6.1.4.2. Chaîne de purification

Le déminéraliseur à lits mélangés est équipé en résines chargées en ions H⁺ et OH⁻. Il retire le lithium, le césium et les autres isotopes non éliminés par la purification RCV.

Les impuretés ioniques sont ainsi piégées par les résines avant traitement sur évaporateur.

Un filtre en aval du déminéraliseur retient les fines de résines.

6.1.4.3. Poste d'évaporation et de dégazage

L'évaporateur sépare les condensats et les distillats.

Le dégazeur traite les distillats d'évaporation avant rejet vers TEU. L'eau SED d'appoint est aussi dégazée pour permettre son utilisation ultérieure dans le circuit primaire.

6.2. SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS USÉS (TEU)

6.2.1. RÔLE

Le système TEU permet le stockage, le traitement et le contrôle avant envoi vers les systèmes KER/TER de rejet dans l'environnement des effluents liquides non réutilisables, appelés effluents liquides usés. La provenance et la nature de ces effluents liquides usés sont données au [Paragraphe 4.1.2.](#)

Le système TEU assure également le stockage tampon pour contrôle avant envoi vers les réservoirs KER ou TER, des distillats dégazés du TEP non réutilisables dans le circuit primaire.

6.2.2. PRINCIPE DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS LIQUIDES USÉS

Trois catégories d'effluents usés (drains résiduaux, drains chimiques et drains de planchers) sont stockées sélectivement dans trois paires de réservoirs.

Les caractéristiques physico-chimiques et l'activité de chaque catégorie d'effluents sont contrôlées par échantillonnage au moyen du système TEN (échantillonnage nucléaire du Bâtiment de Traitement des Effluents).

Les *drains de plancher*, généralement peu actifs et peu pollués chimiquement, sont filtrés avant envoi vers les réservoirs KER (ou éventuellement TER). Ils peuvent éventuellement être traités par déminéralisation ou par évaporation en cas d'activité élevée et/ou de pollution chimique.

Seuls les drains de planchers de catégorie 1 et 2 et les drains de plancher du POE et HQ sont envoyés vers le système TEU. Les drains de plancher 3 sont envoyés directement vers les réservoirs SEK, mais un lignage permet, en cas de pollution, de les traiter par TEU.

Les *drains résiduaux*, généralement actifs et non pollués chimiquement sont filtrés, puis traités par déminéralisation et ensuite envoyés vers les réservoirs KER (ou éventuellement TER). Ils peuvent, en cas de pollution chimique, être traités par évaporation. Ils peuvent aussi être envoyés directement vers les réservoirs KER (ou éventuellement TER) après contrôle et filtration seule.

Les *drains chimiques*, généralement actifs et pollués chimiquement, sont traités par évaporation afin de les séparer en deux phases liquides distinctes :

- un concentrat dans lequel se trouve la quasi-totalité de l'activité, du bore, des sels en solution et des matières en suspension ;
- un distillat de grande pureté physico-chimique.

Les *concentrats* sont envoyés au système de Traitement des Effluents Solides (TES).

Les *distillats* sont contrôlés en continu par une chaîne de mesure gamma global (KRT) et sont ensuite recueillis dans un réservoir tampon qu'il est possible d'échantillonner si besoin. Si leur activité est compatible avec les normes de rejet, les distillats sont envoyés vers les réservoirs KER (ou éventuellement TER). Dans le cas contraire, ils sont renvoyés soit en entrée de l'évaporateur soit dans un des réservoirs des effluents chimiques pour être retraités sur évaporateur.

Les drains chimiques peuvent, si leurs caractéristiques le permettent, être traités par déminéralisation ou envoyés directement vers les réservoirs KER (ou éventuellement TER) après contrôle et filtration seule.

6.2.3. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

On se reportera aux [Figure e](#) (précitée) et [Figure f](#) ci-après.

Le circuit TEU se compose :

- d'un système de stockage des effluents propre à chacune des trois catégories d'effluents (drains résiduaire, drains chimiques et drains de planchers) ;
- d'un système de stockage des distillats dégazés TEP non réutilisables ;
- d'une banalisation des traitements permettant une souplesse d'exploitation en facilitant les lignages des effluents ;
- d'un système de traitement préférentiel des drains de planchers ;
- d'un système de traitement préférentiel des drains résiduaire ;
- d'un système de traitement de drains chimiques ;
- d'un système de neutralisation chimique ;
- d'un système de transfert des effluents vers les réservoirs KER ou TER.

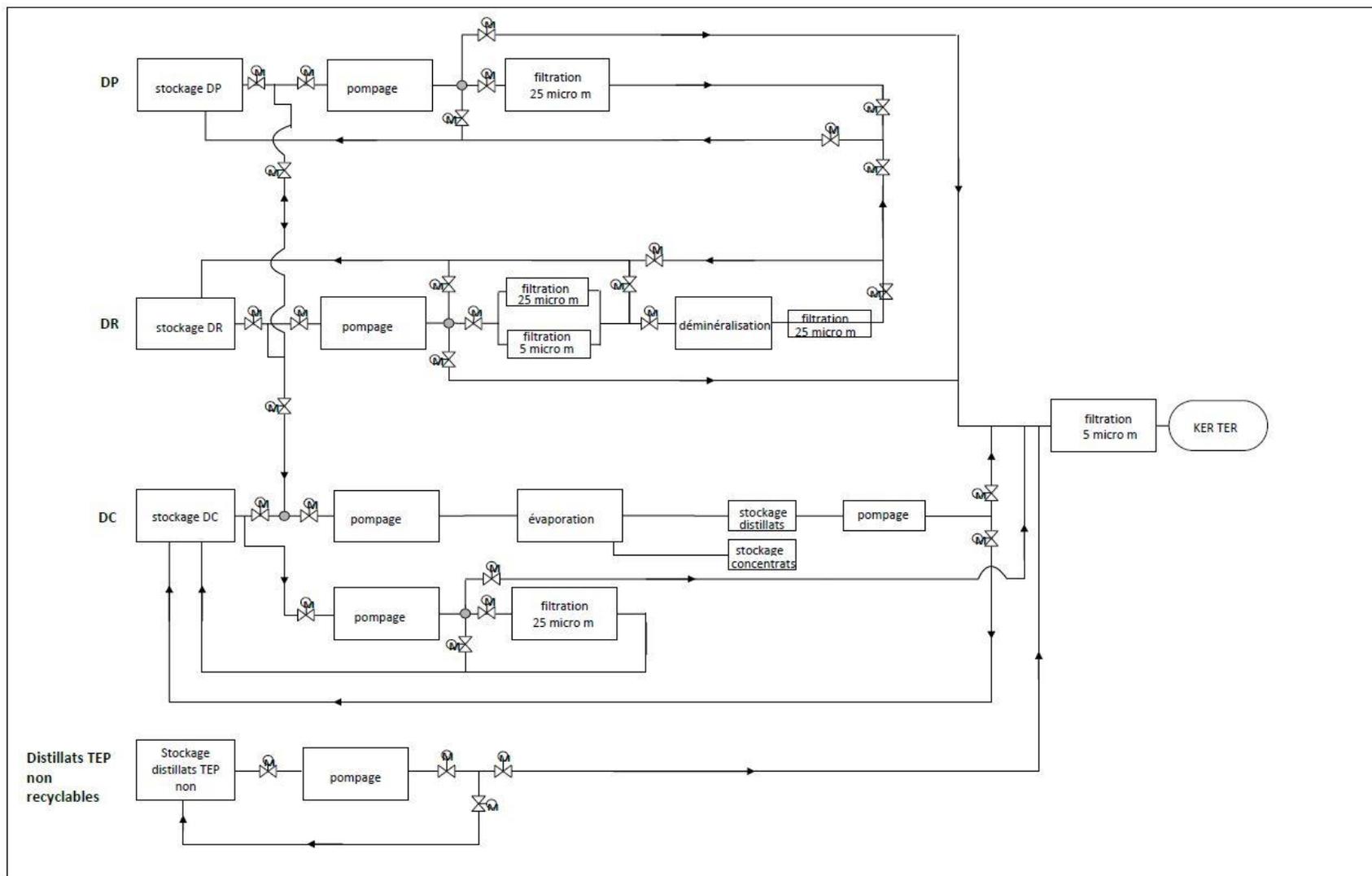


Figure f : Schéma de principe TEU

6.2.3.1. Systèmes de stockage des effluents usés

Deux réservoirs de stockage identiques sont affectés à chaque catégorie d'effluents :

- drains résiduaire : deux réservoirs de 100 m³ ;
- effluents chimiques : deux réservoirs de 160 m³ ;
- drains de planchers : deux réservoirs de 75 m³.

Chaque réservoir peut être échantillonné, via le système TEN, pour caractériser l'effluent avant ou après traitement afin de vérifier la compatibilité avec les objectifs du CNPE, avant envoi vers les réservoirs KER/TER.

6.2.3.2. Systèmes de stockage des distillats TEP

Deux réservoirs de stockage identiques de 100 m³ sont affectés aux distillats TEP non recyclables.

Chaque réservoir peut être échantillonné, via le système TEN, pour caractériser l'effluent afin de vérifier la compatibilité avec les objectifs du CNPE avant envoi vers les réservoirs KER/TER.

6.2.3.3. Banalisation des traitements

En complément des possibilités déjà offertes dans le RPE, la prise en compte à la conception de la possibilité de transfert vers un traitement adéquat permet une souplesse d'exploitation en facilitant les aiguillages des effluents : orientation de l'effluent vers le traitement le mieux adapté à ses caractéristiques et/ou réponse à un choix d'exploitation (arbitrage déchets solides produits et qualité de l'effluent rejeté).

Elle permet de conserver simultanément un traitement « préférentiel » pour un drain et choisir un traitement « croisé » pour un autre drain.

Les possibilités de traitement sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau a : Principes de banalisations des traitements

Traitements Effluents	Traitement « préférentiel »	Autres traitements possibles
Drains de plancher (DP)	Filtration	Déminéralisation Évaporation
Drains résiduaire (DR)	Déminéralisation	Filtration Évaporation
Drains chimiques (DC)	Évaporation	Filtration Déminéralisation

6.2.3.4. Système de traitement préférentiel des drains de planchers

Ces effluents sont généralement peu actifs, peu pollués chimiquement et aérés. Le traitement préférentiellement retenu est la filtration.

Elle retient les Matières En Suspension (MES) pour diminuer l'activité sous forme insoluble.

Le système de traitement comporte :

- une pompe qui permet le brassage, l'échantillonnage, le traitement et la vidange des réservoirs ;
- une ligne d'échantillonnage vers TEN ;
- un filtre « grosse maille » (25 microns), de manière à optimiser l'encrassement ;
- ligne de rejet vers KER en aval de la pompe.

La filtration finale réglementaire à 5 microns est assurée dans TEU au niveau de la ligne de transfert des effluents vers les réservoirs KER ou TER.

6.2.3.5. Système de traitement préférentiel des drains résiduaire

Ces effluents sont réputés actifs et non pollués chimiquement. Pour ce type d'effluents, on distingue deux sous-types :

- les effluents actifs sont traités sur filtre puis déminéraliseur ;
- les effluents peu actifs pour lesquels la chaîne de traitement est contournée : ils sont traités sur filtre uniquement.

Le traitement sur déminéraliseur consiste à faire passer l'effluent sur des lits de résines qui fixent les éléments radioactifs présents sous forme ionique dans l'effluent.

Le système de traitement comporte :

- une pompe qui permet le brassage, l'échantillonnage, le traitement et la vidange des réservoirs ;
- deux filtres à cartouche, l'un « grosse maille » (25 microns), pour les effluents peu actifs, l'autre « maille fine » (5 microns) afin de limiter l'encrassement des résines des déminéraliseurs ;
- trois déminéraliseurs en série pouvant être garnis avec, soit des résines anioniques fortes ou macroporeuses de grande capacité, soit des résines cationiques fortes de type gel de grande capacité, soit des résines de type lit mélangé ; chaque déminéraliseur est contournable ;
- un filtre à cartouche en aval pour les fines de résines ;
- ligne de rejet vers les réservoirs KER/TER en aval de la pompe ;
- une ligne de transfert des effluents traités vers KER/TER après passage sur les déminéraliseurs.

Les lits de résines fixent les éléments radioactifs présents sous forme ionique dans l'effluent. Le facteur de décontamination de chaque déminéraliseur est compris entre 10 et 100.

Ces trois déminéraliseurs sont munis de système de détassage et d'évacuation des résines vers le système de Traitement des Effluents Solides (TES) à l'aide d'eau déminéralisée (SED).

En fin de chaîne, un filtre assure la rétention des fines de résines.

Des lignes d'échantillonnage sont placées en amont de chaque déminéraliseur et en sortie de la chaîne de traitement, après le filtre de rétention des fines de résines.

Les mises en configuration de la chaîne de déminéralisation sont manuelles.

La filtration finale réglementaire à 5 microns est assurée dans TEU au niveau de la ligne de transfert des effluents vers les réservoirs KER ou TER.

6.2.3.6. Système de traitement préférentiel des drains chimiques

Ces effluents, généralement actifs et pollués chimiquement, sont traités par évaporation afin de les séparer en deux phases liquides distinctes :

- un concentrat dans lequel se trouve la quasi-totalité de l'activité, du bore, des sels en solution et des matières en suspension ;
- un distillat de grande pureté physico-chimique.

Les concentrats sont envoyés au système de Traitement des Effluents Solides (TES).

Les distillats sont contrôlés en continu par une chaîne de mesure gamma global (KRT) et sont ensuite recueillis dans un réservoir tampon qu'il est possible d'échantillonner si besoin. Si leur activité est compatible avec les objectifs du CNPE en activité rejetée, les distillats sont envoyés vers le système KER (ou éventuellement TER). Dans le cas contraire, ils sont renvoyés soit en entrée de l'évaporateur, soit dans un des réservoirs des effluents chimiques pour être retraités sur évaporateur.

Le système de traitement par évaporation comporte :

- une pompe qui permet l'alimentation de l'évaporateur,
- un poste d'évaporation complet,
- un réservoir tampon de recueil des distillats d'un volume utile de 8 m³,
- une pompe qui permet l'envoi des distillats soit vers les réservoirs TEU des drains chimiques, soit vers les réservoirs KER ou TER.

L'évaporateur, alimenté en vapeur¹, effectue la concentration de la solution à traiter. Il est constitué d'un faisceau tubulaire vertical. La solution à traiter est admise dans la boîte supérieure de l'évaporateur et s'écoule en un film mince le long de la paroi intérieure des tubes, évitant ainsi leur encrassement.

La colonne de décontamination des buées d'évaporation procède à la séparation physique entre liquide et buées.

Une pompe assure la recirculation des concentrats sur l'évaporateur.

Les concentrats sont évacués gravitairement vers un des réservoirs de stockage du système TES. L'ordre de vidange des concentrats est manuel. La concentration en bore des concentrats est surveillée par une mesure de densité ainsi que des analyses manuelles effectuées par le laboratoire du CNPE.

Les buées d'évaporation sont condensées dans un condenseur refroidi par le système TRI.

Les incondensables sont envoyés au système DWQ en amont de la centrale de filtration iode.

Une pompe assure l'évacuation des distillats au travers d'un refroidisseur utilisant le système TRI comme source froide.

En sortie du poste d'évaporation, l'activité des distillats est contrôlée en permanence (mesure KRT), avant envoi au réservoir tampon de stockage.

Pour effectuer le traitement des drains chimiques et des drains de planchers, dans le cas de formation de mousse, un poste d'injection d'anti-mousse est prévu (risque de primage dans le poste d'évaporation).

Au poste d'évaporation est associé un réservoir de stockage tampon des distillats qui permet de séparer le fonctionnement du poste d'évaporation de la fonction rejet vers le système KER/TER.

Le stockage des concentrats est fait dans le système TES.

Dans le cas où l'effluent est peu actif et peu pollué chimiquement, il peut être traité par filtration uniquement.

¹ La vaporisation de l'effluent à son entrée dans la colonne d'évaporation se fait par une production locale de vapeur et un système de recompression des buées (compression mécanique de vapeur).

Le système de traitement par filtration comporte :

- une pompe qui permet le brassage, l'échantillonnage, le traitement et la vidange des réservoirs,
- un filtre « grosse maille » (25 microns), de manière à optimiser l'encrassement,
- ligne de transfert vers les réservoirs KER/TER en aval de la pompe.

Quel que soit le traitement appliqué (filtration seule ou évaporation), la filtration finale réglementaire à 5 microns est assurée dans TEU au niveau de la ligne de transfert des effluents vers KER ou TER.

6.2.3.7. Système de neutralisation

Un conditionnement à la soude ou à l'acide nitrique des effluents peut s'avérer nécessaire pour respecter dans l'évaporateur un rapport entre les concentrations de soude et de bore constant (et ainsi éviter la cristallisation des formes insolubles du bore). Un réservoir de 1,5 m³ pour la préparation de la soude est dimensionné afin de réaliser cette fonction.

Il y a deux systèmes de neutralisation (un pour l'acide nitrique, l'autre pour la soude), composés chacun d'un réservoir et d'une pompe doseuse, qui permettent d'injecter les réactifs dans tous les réservoirs de stockage.

6.2.3.8. Système de transfert des effluents vers les réservoirs KER ou TER

Le système envoie les effluents traités vers les réservoirs KER et TER de site en se raccordant sur les collecteurs homologues des réacteurs 1 et 2.

La ligne de transfert vers les réservoirs KER/TER est commune aux drains résiduels traités, aux drains de planchers traités ainsi qu'aux distillats d'évaporation et aux distillats TEP. Elle est également utilisée pour rejeter les drains chimiques traités uniquement par filtration.

Le système de transfert des effluents vers les réservoirs KER/TER comporte un filtre 5 microns qui assure la conformité à la réglementation.

Il comporte aussi le comptage volumétrique qui permet de mesurer le volume des effluents envoyés vers les réservoirs KER ou TER.

En cas d'indisponibilité du KER, les effluents peuvent être dirigés après traitement vers les réservoirs de santé TER après accord de l'Autorité de sûreté nucléaire.

6.2.4. DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

6.2.4.1. Systèmes de stockage

Pour les trois catégories d'effluents stockés (drains chimiques, drains de planchers et drains résiduels) le fonctionnement du système de stockage, brassage, échantillonnage et rejet est similaire.

Un des deux réservoirs est toujours disponible pour recevoir les effluents.

L'autre réservoir est soit en brassage avant échantillonnage, soit en échantillonnage, soit en brassage lors de la neutralisation, soit en traitement, soit en rejet vers le système KER/TER. Il peut aussi être disponible pour un prochain remplissage.

Après remplissage complet d'un réservoir, celui-ci est placé dans la configuration brassage. Après un temps de brassage correspondant à environ deux renouvellements du réservoir, un échantillonnage représentatif est réalisé. L'échantillon prélevé est analysé en laboratoire pour déterminer les caractéristiques physico-chimiques de l'effluent et ainsi permettre de définir le type de traitement à appliquer.

6.2.4.2. Banalisation des traitements

Deux modes de fonctionnement du système TEU sont possibles :

- traitements sur voies « préférentielles » : on peut traiter jusqu'à trois types de drains en parallèle sur leur traitement « préférentiel » (DP par filtration, DR sur déminéraliseurs, DC sur évaporateur) ;
- traitements de deux types de drains : l'un sur son traitement « préférentiel », l'autre sur un traitement « croisé » différent de son traitement « préférentiel ».

Le tableau ci-après répertorie les différents lignages possibles de la banalisation.

Tableau b : Principes de banalisations des traitements – Lignages possibles

	Filtration	Filtration + Déminéralisation	Évaporation
Drains de plancher	Traitement préférentiel	Oui par la banalisation (1)	Oui par la banalisation (2)
Drains résiduaire	Oui (3)	Traitement préférentiel (1)	Oui par la banalisation (2)
Drains chimiques	Oui (3)	Oui par la banalisation (1)	Traitement préférentiel (2)

(1) Cette configuration rend le passage sur déminéraliseurs indisponible pour les autres types d'effluents.

(2) Cette configuration rend l'évaporation indisponible pour les autres types d'effluents.

(3) Traitement possible via le traitement préférentiel.

6.2.4.3. Système de traitement préférentiel des drains de planchers

La pompe assure le brassage, l'échantillonnage, le traitement par filtration et la vidange à KER (TER).

6.2.4.4. Système de traitement préférentiel des drains résiduaire

La pompe assure le brassage, l'échantillonnage, le traitement par filtration simple ou filtration et déminéralisation et la vidange à KER (TER) :

- la filtration simple se fait sur le filtre « grosse maille » (25 microns), déminéraliseurs contournés,
- la filtration et déminéralisation se fait par passage sur l'autre filtre « maille fine » (5 microns) et résines des déminéraliseurs.

6.2.4.5. Système de traitement de drains chimiques

On distingue différents états de fonctionnement du poste d'évaporation.

Le passage d'un état à un autre est manuel, avec toutefois des sécurités internes au poste d'évaporation qui le ramènent automatiquement à l'état de veilleuse ou d'arrêt sur apparition de défauts.

État de production

Le poste d'évaporation TEU a un débit nominal de traitement de 3,5 m³/h.

La pompe et la vanne réglante d'alimentation du poste d'évaporation assurent un niveau constant dans la colonne d'évaporation.

Le débit évaporé est condensé dans le condenseur des buées qui est relié directement à la partie DWQ équipé d'une filtration iode et ainsi reçoit les effluents incondensables.

La colonne d'évaporation est à une pression voisine de la pression atmosphérique.

La température des concentrats dans la colonne d'évaporation dépend de la concentration et de la qualité des concentrats.

Le débit des distillats sortant du condenseur des buées est maintenu constant par réglage du débit de vapeur d'alimentation de l'évaporateur.

Les distillats en sortie du condenseur des buées sont repris par une pompe :

- une partie est recyclée en haut de la colonne de décontamination et sert au contre lavage de cette colonne ;
- l'autre partie est évacuée vers le réservoir de stockage tampon des distillats après refroidissement.

La mesure d'activité KRT installée sur la ligne de rejet des distillats vers le réservoir tampon de stockage fonctionne en continu (un échantillonnage manuel par le système TEN est également possible).

L'extraction des concentrats est manuelle. Elle est effectuée par l'opérateur sur signal de demande d'extraction. Une temporisation fixe la durée de cette vidange.

Un appareil de mesure de densité installé sur la boucle de recirculation des concentrats permet de suivre en permanence la densité des concentrats et donc d'évaluer leur teneur en bore. Un échantillonnage manuel par le système TEN est également possible.

La présence de mousse dans le poste d'évaporation peut entraîner un primage et un mauvais facteur de décontamination. L'apparition de mousse est due aux impuretés et autres Matières En Suspension (MES) dans l'effluent. Lors du traitement d'effluents contenant des produits moussants ou des Matières En Suspension (MES), une injection d'antimousse est alors réalisée.

État de veilleuse

En dehors des périodes de traitement d'un réservoir d'effluents chimiques, le poste d'évaporation est maintenu en état de veilleuse, de manière à limiter le risque de cristallisation à l'intérieur du poste.

L'alimentation en effluents du poste est fermée.

Un appoint vapeur petit débit permet de maintenir une température correcte dans la colonne d'évaporation. La ligne normale d'appoint vapeur est fermée.

La ligne de recyclage des distillats est ouverte tandis que la ligne d'évacuation des distillats est fermée.

Un échangeur dont la source froide provient du système TRI assure le refroidissement :

- des buées d'évaporation de manière à éviter toute fuite d'effluents sous forme de vapeur par l'intermédiaire de l'évent du condenseur des buées ;
- des condensats de la vapeur d'alimentation.

La pompe de recirculation des concentrats en dessous de l'évaporateur est en service à son débit nominal.

L'extraction des concentrats est fermée.

État d'arrêt

L'ensemble des équipements sont arrêtés. Une phase de vidange, puis rinçage à l'eau est effectué.

L'alimentation en vapeur, l'alimentation en effluents, l'évacuation et le recyclage des distillats sont fermés.

6.2.4.6. Système d'injection de réactifs

La solution acide ou basique est préparée et injectée dans les réservoirs à la demande.

Il est également possible de réaliser un rinçage du poste d'évaporation en utilisant de l'acide qui sera ensuite neutralisé. Ces effluents seront renvoyés dans un réservoir TEU drains chimiques via le système RPE.

6.2.4.7. Système de transfert des effluents vers les réservoirs KER ou TER

Le système assure la filtration réglementaire 5 microns de tous les effluents TEU et l'orientation de ces derniers vers les réservoirs KER ou TER.

6.3. SYSTÈME DE RECUEIL, CONTRÔLE ET REJET DES EFFLUENTS DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE (KER)

6.3.1. RÔLE

Le système de recueil, contrôle et rejet des effluents de l'îlot nucléaire KER, a pour rôle de recueillir les effluents liquides radioactifs en provenance de l'îlot nucléaire, d'en contrôler et d'en comptabiliser l'activité et d'en effectuer le rejet modulé par calcul et ajustement du débit requis dans le milieu naturel par l'intermédiaire de l'ouvrage de rejet en mer.

Le débit de rejet dans le milieu naturel est fonction du niveau d'activité de l'effluent et de la capacité de dilution du milieu récepteur, afin de respecter les limites de rejet autorisées.

6.3.2. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Les parties spécifiques EPR du système KER se compose de deux circuits de collecte des effluents constitués par :

- une tuyauterie sur laquelle viennent se raccorder les piquages provenant du TEU du HQ ;
- une tuyauterie collectant les purges des générateurs de vapeur APG.

Ces tuyauteries viennent se raccorder sur les collecteurs communs de site existant qui collectent les effluents des réacteurs 1 et 2.

6.4. CIRCUITS DES RÉSERVOIRS SUPPLÉMENTAIRES DE SANTÉ (TER)

6.4.1. RÔLE

Ce système n'est normalement pas utilisé. Il peut être utilisé exceptionnellement après accord de l'Autorité de sûreté.

Ce système n'est employé qu'exceptionnellement lorsque la dilution dans le milieu naturel ne peut plus être assurée par la voie standard de rejet (indisponibilité de réservoirs T ou Ex), ou lorsqu'un incident d'exploitation imprévisible vient perturber le fonctionnement normal d'un réacteur et a des conséquences qui ne permettent pas le rejet direct par la voie standard.

Le système TER a pour rôle de recueillir les effluents radioactifs liquides du site, recueillis habituellement par les systèmes KER et SEK, de les stocker :

- soit pour leur retraitement par le système TEU ou l'unité mobile de traitement ;
- soit pour leur rejet différé dans le milieu naturel.

Cet emploi exceptionnel est subordonné à l'accord préalable de l'Autorité de sûreté nucléaire.

6.4.2. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Les parties spécifiques EPR du système TER se compose d'un système de collecte et d'un système de retraitement vers le TEU :

- des tuyauteries qui recueillent les effluents issus des systèmes APG, PTR, TEU et SEK (*via* une liaison démontable) ;
- une tuyauterie pour renvoyer les effluents à retraiter vers le TEU EPR.

Ces tuyauteries viennent se raccorder sur les collecteurs communs de site existant :

- d'une part, celui qui collecte les effluents issus des systèmes APG, TEP, PTR, TEU, SEK des réacteurs 1 et 2 ;
- d'autre part, celui qui permet de retraiter les effluents stockés dans TER dans le TEU de chacune des réacteurs 1 et 2.

6.5. SYSTÈME DE STOCKAGE, CONTRÔLE ET REJET DES EAUX USÉES DE LA SALLE DES MACHINES (SEK)

6.5.1. RÔLE

Le système SEK a pour rôle de :

- collecter les eaux usées en provenance :
 - des puisards des locaux de zone non contrôlée (DP3 du RPE) ;
 - des systèmes de la salle des machines et des bâtiments auxiliaires pouvant être éventuellement légèrement contaminés en cas de fuites primaire/secondaire dans les générateurs de vapeur ;
- comptabiliser les volumes des eaux usées reçues et contrôler leur niveau d'activité ;
- rejeter ces eaux vers la mer.

6.5.2. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Les parties spécifiques EPR du système TER se compose d'un collecteur qui recueille les effluents RPE drains de plancher de catégorie 3 et SEK de la salle des machines.

Ce collecteur vient se raccorder sur le collecteur commun de site existant.

ÉTUDE D'IMPACT

- Annexe 3 -

Description de la station de production d'eau déminéralisée (intégrant l'unité de dessalement)

PLACE DE L'ANNEXE DANS LES ANNEXES DE L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 1 – Description des ouvrages de prélèvement d'eau et de rejet dans l'environnement

Annexe 2 – Traitement des effluents radioactifs liquides et gazeux

Annexe 3 – Description de la station de production d'eau déminéralisée (intégrant l'unité de dessalement)

Annexe 4 – Description des réseaux de collecte et de traitement des effluents non contaminables du site de Flamanville (dont électrochloration)

Annexe 5 – Données chimiques liquides

Annexe 6 – Biodiversité

Annexe 7 – Population et santé humaine

SOMMAIRE

1.	FONCTIONNEMENT GÉNÉRAL DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'EAU DÉMINÉRALISÉE.....	5
1.1.	APPROVISIONNEMENT EN EAU DÉMINÉRALISÉE DES TROIS RÉACTEURS....	5
1.2.	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION DE DESSALEMENT (SDS)	7
1.2.1.	Alimentation en eau de mer.....	7
1.2.2.	Prise d'eau de mer.....	8
1.2.3.	Hydrocyclone	8
1.2.4.	Filtres À Sable (FAS) et coagulation.....	8
1.2.5.	UltraFiltration (UF)	8
1.2.6.	Réduction du chlore	9
1.2.7.	Filtration cartouches 5 mm	9
1.2.8.	Injection d'anti-incrustants	9
1.2.9.	Osmose Inverse (OI).....	10
1.2.10.	Lits Mélangés (LM)	10
1.3.	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION DE DÉMINÉRALISATION (SDA).....	11
1.3.1.	Fourniture de l'eau brute au SDA	11
1.3.2.	Prétraitement de l'eau douce brute.....	11
1.3.3.	Déminéralisation	11
1.3.4.	Régénération	12
1.3.5.	Traitement des effluents de régénération et rejet.....	12
1.3.6.	Conditionnement et stockage	12

FIGURES

Figure a :	Schéma synoptique illustrant le fonctionnement des deux installations de production d'eau déminéralisée	6
Figure b :	Schéma de principe de l'installation de dessalement	7

1.

FONCTIONNEMENT GÉNÉRAL DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'EAU DÉMINÉRALISÉE

1.1. APPROVISIONNEMENT EN EAU DÉMINÉRALISÉE DES TROIS RÉACTEURS

L'ensemble des besoins en eau déminéralisée des trois réacteurs du site de Flamanville est évalué à 430 000 m³/an.

Afin de répondre à ces besoins, il existe deux systèmes :

- Le système de production de l'eau déminéralisée par dessalement (SDS).
Il fonctionne prioritairement pour les besoins en eau déminéralisée. Il a pour rôle de filtrer et de déminéraliser l'eau de mer. La mise en service industrielle a été réalisée au 1^{er} trimestre 2017. L'unité de dessalement produit de l'eau déminéralisée utilisée pour alimenter le circuit primaire et le circuit secondaire de chaque réacteur, ainsi que le circuit incendie du réacteur 3 (de type EPR).
Il permet de produire 1 560 m³/jour et fonctionne 207 jours par an.
- L'installation de déminéralisation (SDA).
Elle vient compléter les besoins du site en cas de forte demande ou en cas d'indisponibilité de l'installation de dessalement.
L'installation SDA est composée de deux chaînes de déminéralisation. Le débit de production est de 110 m³/h pour chaque chaîne. Au total, 2 100 m³/jour peuvent être produits par chacune des chaînes. Le fonctionnement de l'installation SDA est détaillé dans le [Paragraphe 1.3](#).
L'installation est en service :
 - 98 jours par an : fonctionnement d'une chaîne de déminéralisation. Ceci entraîne la production de l'ordre de 107 500 m³ d'eau déminéralisée à partir de 147 000 m³ d'eau brute (les installations de déminéralisation fonctionnent 10 heures par jour à un débit de production du décanteur de 150 m³/h et un débit de production d'eau déminéralisée de 110 m³/h) ;
 - quelques heures par jour : fonctionnement de l'étage de prétraitement de l'eau douce brute des installations actuelles. Ceci entraîne la production de 36 000 m³ au lavage des filtres à sable, à la régénération et au rinçage des échangeurs d'ions des chaînes de déminéralisation (prorata du REX des réacteurs 1 et 2) pour la production des 107 500 m³ d'eau déminéralisée.

Il est à noter que de l'eau filtrée à destination des presse-étoupes des pompes CRF, SEC, CFI, SDS et CTE des réacteurs 1 et 2 sera prioritairement produite indépendamment du premier étage de la station de déminéralisation SDA. Cette eau filtrée sera issue d'une filtration de l'eau douce réalisée au moyen de filtres hydrocyclones. La production d'eau ainsi filtrée est de l'ordre de 90 000 m³/an (consommation mesurée de 12 m³/h à 14 m³/h en continu).

La [Figure a](#) illustre le fonctionnement entre les deux systèmes de production d'eau déminéralisée SDA et SDS.

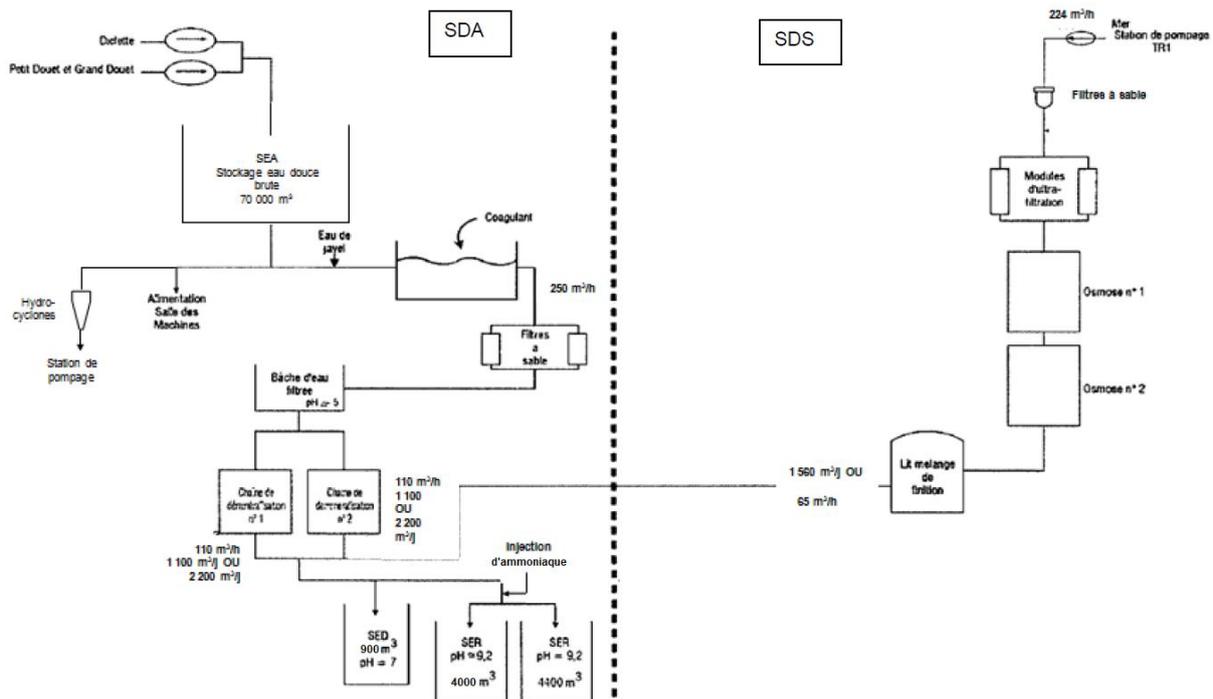


Figure a : Schéma synoptique illustrant le fonctionnement des deux installations de production d'eau déminéralisée

1.2. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION DE DESSALEMENT (SDS)

La [Figure b](#) détaille le fonctionnement de l'unité de dessalement SDS.

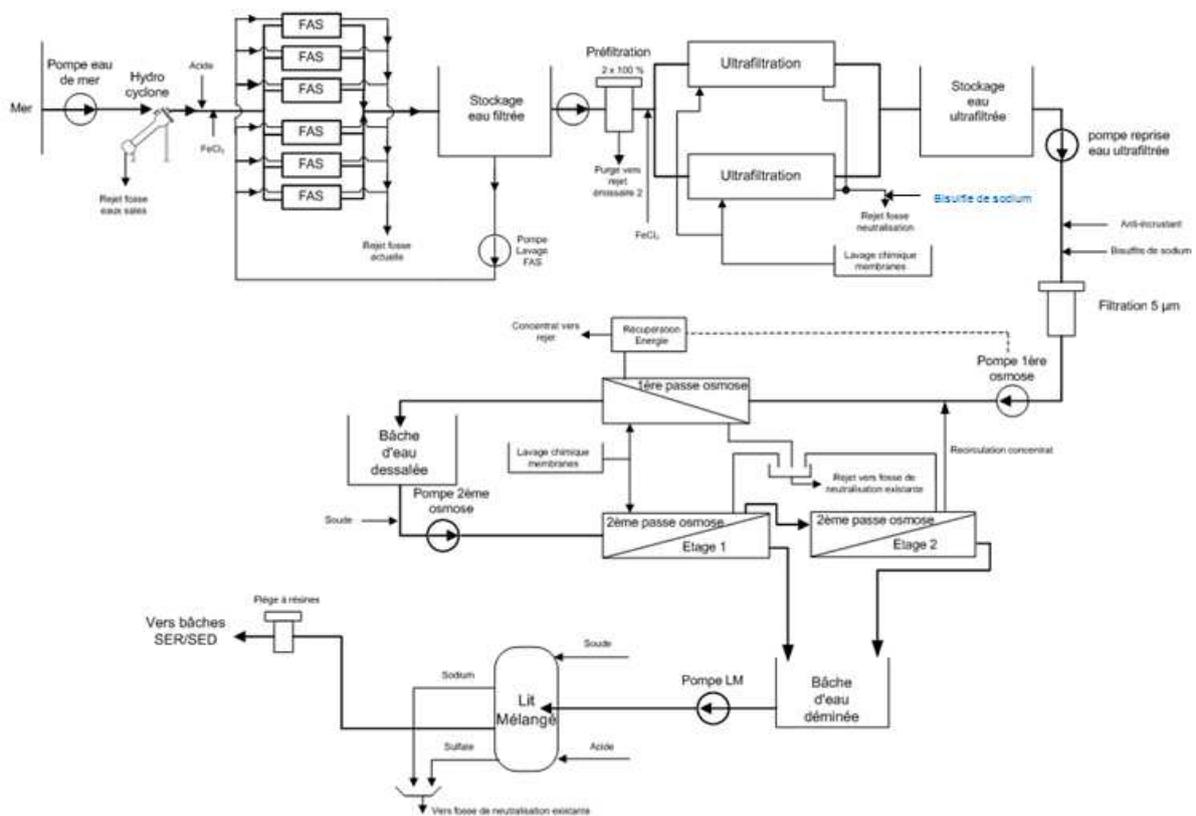


Figure b : Schéma de principe de l'installation de dessalement

1.2.1. ALIMENTATION EN EAU DE MER

Afin de satisfaire les besoins en eau déminéralisée des trois réacteurs du site de Flamanville (évalué à environ 430 000 m³/an), le volume annuel d'eau de mer prélevé par l'unité SDS pour la production de ce volume annuel d'eau déminéralisée est estimé à 1,5 million de m³ (le taux de conversion est de 3,5 m³ d'eau de mer pour la production d'1 m³ d'eau déminéralisée).

Le volume annuel d'eau déminéralisée pour les besoins des réacteurs 1 et 2 est estimé à 140 000 m³/an.

Le volume annuel d'eau déminéralisée pour les besoins du réacteur 3 est estimé à 150 000 m³/an, nécessitant 525 000 m³/an d'eau de mer.

1.2.2. PRISE D'EAU DE MER

L'alimentation en eau de mer de l'unité SDS est assurée par une pompe (une autre pompe est disponible pour la remplacer en cas de besoin).

Ces deux pompes sont installées en station de pompage du réacteur 1. Elles sont équipées d'un variateur électronique de vitesse, afin de s'adapter aux besoins de l'installation et notamment au débit admissible des installations de prétraitement (hydrocyclone et filtres à sable). Le débit nominal de pompage de l'eau de mer est de 224 m³/h.

1.2.3. HYDROCYCLONE

Afin d'éliminer les particules de sables présentes dans l'eau de mer, une étape de centrifugation de l'eau de mer est réalisée par l'hydrocyclone. Ce dernier est dimensionné pour un débit de 224 m³/h.

Les purges de l'hydrocyclone sont estimées à 9 m³/j, contenant au maximum, 484 kg (sable)/j.

La fréquence d'ouverture de la vanne de purge est gérée par un automatisme selon la valeur de turbidité de l'eau de mer.

1.2.4. FILTRES À SABLE (FAS) ET COAGULATION

Afin de se prémunir d'éventuels colmatants, une préfiltration est réalisée par six filtres à sable. L'eau de mer peut être préalablement acidifiée par de l'acide sulfurique (H₂SO₄), à raison de 26 g d'acide sulfurique par mètre cube d'eau de mer, afin de favoriser la coagulation des Matières En Suspension (MES) par correction du pH. Cette injection permet également d'éviter le phénomène d'entartrage sur les membranes (osmose inverse – OI).

L'étape de coagulation est réalisée après acidification, par l'ajout de chlorure ferrique (FeCl₃) à une concentration pouvant atteindre 13 g (FeCl₃)/m³ (eau de mer).

1.2.5. ULTRAFILTRATION (UF)

Cette étape est assurée par deux unités comprenant des modules d'UF, assurant une production totale de 214 m³/h.

Une seconde injection de FeCl₃ peut être réalisée en amont du module d'UF de l'ordre de 2 g (FeCl₃)/m³ (eau).

Les membranes d'UF supportent l'action oxydante du chlore si l'électrochloration est mise en œuvre. Les modules d'UF bénéficient de lavages réguliers physiques et chimiques.

Le nettoyage physique est réalisé à l'eau par contre-lavage. Les eaux de lavage sont évacuées vers l'émissaire 2.

Les nettoyages chimiques sont de deux types :

- Rétro-lavage chimique, appelé également CEB (Chemically Enhanced Backwash) :
 - CEB 1 : solution d'acide sulfurique à 96 % (à raison de 2,6 kg de cette solution par lavage) ;
 - CEB 2 : solution d'eau de Javel (NaClO) à 150 g (chlore actif)/L (à raison de 5,3 L de cette solution par lavage). Pour éviter tout risque de réaction avec l'acide sulfurique en fosse de neutralisation, une solution de bisulfite de sodium à 40 % permettant de neutraliser le chlore (à raison de 2,7 L de cette solution par lavage) est injectée de façon automatique dans la tuyauterie de rejet ;
 - ces lavages sont automatiques et sont réglables manuellement par l'exploitant.
- Un nettoyage complémentaire doit être réalisé, à l'aide :
 - soit d'une solution de lavage chimique, appelée également CIP (Clean In Place), réalisé quatre fois maximum par an, commune aux modules d'Osmose Inverse (OI), constituée de 4 m³ de NaOCl à 200 ppm ;
 - soit de détergents, réalisé quatorze fois maximum.

1.2.6. RÉDUCTION DU CHLORE

Le chlore libre et l'oxygène présents dans l'eau brute peuvent endommager les membranes d'osmose et réduire significativement leur durée de vie.

Pour prévenir ce risque, du bisulfite de sodium est injecté de façon automatique dans la tuyauterie afin de réduire le chlore (réducteur couramment employé en fin de prétraitement en amont des chaînes de production d'eau déminéralisée).

Cette injection est faite sur une mesure de chlore avec un double suivi du potentiel rédox, à un taux de l'ordre de 5 g (bisulfite de sodium)/m³ (eau).

1.2.7. FILTRATION CARTOUCHES 5 MM

Une dernière filtration à 5 µm est réalisée avant la phase de traitement de l'eau de mer par osmose inverse, afin de protéger les pompes haute pression et les membranes d'osmose vis-à-vis de microparticules de taille inférieure au seuil de l'UltraFiltration (UF).

1.2.8. INJECTION D'ANTI-INCRUSTANTS

Une injection de produits anti-incrustants dans l'eau d'alimentation est réalisée pour empêcher la précipitation des sels minéraux, en profondeur dans les membranes d'osmose.

Le point d'injection est situé en amont de la cartouche de filtration à 5 µm.

Le taux de traitement retenu est de 5,6 g (produit commercial)/m³ (eau).

Pour une capacité de production d'eau déminéralisée du système SDS minimale nette de 3 908 m³/jour, la consommation de produits anti-incrustants est de 22 kg/j.

1.2.9. OSMOSE INVERSE (OI)

Une pompe centrifuge multi-étagée assure la pression requise par le procédé d'osmose inverse. Le système comporte deux unités comprenant des tubes dans lesquels des membranes sous pression assurent le processus d'osmose. Une cuve de stockage d'eau dessalinisée permet d'assurer un tampon et régule les mouvements d'eau sur l'arrêt des pompes haute pression (phénomène naturel d'osmose à l'arrêt).

Au cours de l'utilisation, les membranes d'osmose se colmatent lentement sous l'effet de la précipitation des sels ou des colloïdes. Ce colmatage diminue les performances en termes de pression et de qualité du perméat. Pour restaurer les caractéristiques initiales, on procède régulièrement à des nettoyages chimiques par le procédé CIP (Clean In Place), système commun au nettoyage des modules d'UF ou par des détergents. Les paramètres de nettoyage par le procédé CIP sont similaires au nettoyage des modules d'UF.

Nota 1 : régénérations

Il n'y a pas de régénération des membranes d'osmose. Seul le procédé CIP ou le nettoyage par détergents est nécessaire. Les eaux de lavage des membranes d'osmose sont rejetées dans le canal d'amenée, via l'émissaire 2.

Nota 2 : rejets de saumure

Les concentrats (saumures), issus des deux étages d'osmose composés d'eau de mer à 70 g/L en NaCl, sont rejetés à un débit de 150 m³/h par l'intermédiaire du canal d'amenée.

Compte-tenu du fait qu'il ne s'agit pas d'espèces chimiques ajoutées (l'anti-incrustant est partie intégrante de la saumure), la teneur en sel (NaCl) de ces concentrats n'est pas comptabilisée dans les flux 2 heures et 24 heures. Il s'agit simplement d'une solution d'eau de mer concentrée rejetée dans son milieu naturel.

1.2.10. LITS MÉLANGÉS (LM)

Le Lit Mélangé (LM) permet de réaliser un traitement de polishing de l'eau et d'atteindre des qualités de l'ordre de 15 MΩ en résistivité et de moins de 10 µg/L de silice totale (5 µg/L de silice ionisée).

Le LM est alimenté via une pompe de reprise avec un débit de l'ordre de 65 m³/h et est constitué d'une colonne d'échange d'ions comprenant un mélange stoechiométrique de résines cationiques et anioniques.

Ce LM est régénéré tous les 4 000 à 22 000 m³ d'eau déminéralisée produite, selon la charge ionique amont et la température de l'eau de mer. En effet, plus la température de l'eau est élevée et plus la fréquence de régénération est importante. À ce jour, il est estimé environ 67 régénérations du LM par an.

La régénération du LM est composée comme suit :

- un détassage à contre-courant à l'air permet d'effectuer un tri densimétrique des résines ;
- la régénération s'effectue ensuite à contre-courant avec des solutions de soude et d'acide sulfurique intercalées avec des phases de rinçage. Les quantités maximales de substances sont de : 800 kg (NaOH) / régénération et 600 kg (H₂SO₄) / régénération ;
- un mélange à l'air permet le brassage des résines.

Les effluents de régénération (200 m³ à chaque régénération) sont envoyés dans la fosse de neutralisation de la station de déminéralisation SDA. Les effluents sont ensuite évacués comme ceux des chaînes échangeuses d'ions.

1.3. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION DE DÉMINÉRALISATION (SDA)

L'installation de déminéralisation (SDA) vient compléter les besoins du site en cas de forte demande ou en cas d'indisponibilité de l'installation de dessalement. Le système SDA a pour rôle de décanter, filtrer et déminéraliser l'eau en provenance de la Diélette, du Petit Douet et du Grand Douet. L'eau destinée aux circuits classiques est conditionnée à l'ammoniaque par le système SDA pour atteindre un pH de 9,2. La [Figure a](#) illustre son principe de fonctionnement.

1.3.1. FOURNITURE DE L'EAU BRUTE AU SDA

L'eau à traiter est de l'eau brute provenant de la Diélette, du Grand Douet et du Petit Douet.

La prise du Grand Douet vient en soutien du Petit Douet. Le débit simultané de pompage dans les rivières ne peut excéder 180 m³/h, ce qui correspond à deux pompes en service en situation particulière : une pompe par station ou deux pompes sur une même station (Cf. [Paragraphe 3.1 de l'Annexe 1](#)).

L'eau est filtrée au travers d'une grille à barreaux et d'un tambour filtrant (maille 3 mm) avant d'être stockée dans deux bassins SEA.

Les deux bassins constituent une réserve de 140 000 m³ située à la cote 77 NGF (la station de déminéralisation est située à la cote 12,4 NGF), dimensionnés pour passer les étiages décennaux des cours d'eau qui les alimentent.

Une décantation naturelle permet d'éliminer la majorité des matières en suspensions.

Le bassin situé au nord est réservé pour l'appoint ultime.

L'eau peut être chlorée en sortie des bassins SEA au niveau de la chambre de vannes aval pour la destruction des matières organiques.

La prise d'eau dans le bassin sud est filtrée par une crépine de maille égale à 13 mm.

1.3.2. PRÉTRAITEMENT DE L'EAU DOUCE BRUTE

L'eau douce en provenance des bassins alimente en charge une installation de prétraitement ayant pour but d'éliminer les boues contenues dans l'eau brute. La floculation se fait dans un décanteur.

1.3.3. DÉMINÉRALISATION

L'eau clarifiée est prélevée dans deux réservoirs d'eau filtrée par des pompes refoulant au travers des chaînes de déminéralisation constituées d'échangeurs d'ions.

Après déminéralisation, l'eau sort du dernier appareil de la chaîne à une pression de 2,5 bar. pour alimenter les bâches de stockage.

À la sortie des chaînes, le circuit d'alimentation des bâches de stockage est divisé en deux parties :

- SED : un circuit alimentant une bâche de stockage en acier inoxydable pour les utilisateurs des circuits primaires,
- SER : un circuit alimentant deux bâches de stockage en acier, pour appoint aux circuits secondaires. Cette dernière fraction d'eau déminéralisée est conditionnée à l'ammoniaque pour remonter son pH dans une plage de 8,5 à 9,2.

1.3.4. RÉGÉNÉRATION

Les résines échangeuses d'ions sont régénérées dès que les caractéristiques de l'eau traitée ne sont plus acceptables ou que le volume d'eau traitée atteint la valeur maximale fixée par l'exploitant selon les caractéristiques des résines employées.

La régénération est effectuée :

- pour les résines échangeuses de cations, avec de l'acide sulfurique,
- pour les résines échangeuses d'anions, avec de la soude.

Le volume de stockage de l'acide sulfurique est de $2 \times 15 \text{ m}^3$.

Les quantités d'acide et de soude par régénération, exprimées en produits purs, sont :

- cations chaînes primaires : 880 kg,
- anions chaînes primaires : 680 kg,
- cations lits mélangés : 340 kg,
- anions lits mélangés : 330 kg.

La durée totale d'une régénération chaîne primaire est de 4 heures.

1.3.5. TRAITEMENT DES EFFLUENTS DE RÉGÉNÉRATION ET REJET

Les effluents de régénération des chaînes de déminéralisation sont recueillis dans une fosse de neutralisation de 450 m^3 .

Les eaux de la fosse de neutralisation dans la station de déminéralisation sont rejetées par l'émissaire 2 dans la mer.

1.3.6. CONDITIONNEMENT ET STOCKAGE

Le système SED assure, grâce à un réservoir d'eau de 900 m^3 , le stockage et l'alimentation en eau déminéralisé, à pH neutre, des circuits du site de Flamanville.

L'eau de SED à la sortie des chaînes est transformée, pour les utilisateurs du circuit secondaire, en eau à pH compris entre 8,5 et 9,2 par injection d'ammoniaque. Cette eau est stockée dans deux réservoirs SER.

ÉTUDE D'IMPACT

- Annexe 4 -

Description des réseaux de collecte et de traitement des effluents non contaminables du site de Flamanville (dont électrochloration)

PLACE DE L'ANNEXE DANS LES ANNEXES DE L'ÉTUDE D'IMPACT

- Annexe 1 – Description des ouvrages de prélèvement d'eau et de rejet dans l'environnement
- Annexe 2 – Traitement des effluents radioactifs liquides et gazeux
- Annexe 3 – Description de la station de production d'eau déminéralisée (intégrant l'unité de dessalement)
- Annexe 4 – Description des réseaux de collecte et de traitement des effluents non contaminables du site de Flamanville (dont électrochloration)**
- Annexe 5 – Données chimiques liquides
- Annexe 6 – Biodiversité
- Annexe 7 – Population et santé humaine

SOMMAIRE

1.	RÉACTEURS 1 ET 2.....	5
1.1.	DESCRIPTION DES RÉSEAUX DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS NON CONTAMINABLES	5
1.1.1.	Introduction	5
1.1.2.	Collecteurs et émissaires.....	5
1.1.3.	Eaux pluviales.....	9
1.1.4.	Eaux vannes et usées	9
1.1.5.	Eaux huileuses.....	9
1.1.6.	Eaux brutes usagées	10
1.1.7.	Électrochloration	11
1.2.	REJETS AUX ÉMISSAIRES SECONDAIRES.....	13
1.2.1.	Rejets des ouvrages d'assainissement des eaux usées	13
1.2.2.	Rejets en hydrocarbures.....	13
1.2.3.	Rejets en phosphates	13
1.2.4.	Rejets en azote	14
1.2.5.	Rejets en éthanolamine	14
2.	RÉACTEUR 3.....	15
2.1.	DESCRIPTION DES RÉSEAUX ET DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT.....	15
2.1.1.	Introduction	15
2.1.2.	Collecteurs et émissaires.....	15
2.1.3.	Bassin de confinement	17
2.1.4.	Eaux pluviales.....	17
2.1.5.	Eaux vannes et usées	17
2.1.6.	Eaux huileuses.....	18
2.1.7.	Électrochloration	18
2.2.	REJETS AUX ÉMISSAIRES SECONDAIRES.....	20
2.2.1.	Rejets issus de SEH	20
2.2.2.	Rejets issus de SEO	20
2.2.3.	Rejets en hydrocarbures.....	20

TABLEAUX

Tableau a :	Émissaires de rejet dans le canal d'aménée	6
Tableau b :	Émissaires de rejet en mer	7

FIGURES

Figure a :	Plan synoptique des émissaires secondaires du site de Flamanville	8
Figure b :	Plan synoptique du réseau de collecte des eaux huileuses (SEH) pour les réacteurs 1 et 2 du CNPE de Flamanville	11
Figure c :	Installation d'électrochloration des réacteurs 1-2 (pour un réacteur).....	12
Figure d :	Schéma des réseaux de collecte SEH / SEO	16
Figure e :	Schéma du circuit CTE.....	19

1. RÉACTEURS 1 ET 2

1.1. DESCRIPTION DES RÉSEAUX DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS NON CONTAMINABLES

1.1.1. INTRODUCTION

La collecte et le traitement des effluents non radioactifs sont assurés par les systèmes SEO et SEH :

- Le système SEO recueille, au niveau des réacteurs 1-2 :
 - les eaux pluviales en provenance des toitures des bâtiments, des aires de circulation, des parkings et des abords des réacteurs 1-2,
 - les eaux du ruisseau s'écoulant depuis le lieu-dit « la Berquerie »,
 - les eaux résiduaires des réacteurs 1-2,
 - les eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil,
 - les eaux vannes et usées issues des sanitaires, après leur traitement par la station d'épuration Sud,
 - les eaux industrielles non susceptibles de contenir des hydrocarbures ou déshuilées (c'est-à-dire collectées par le réseau SEH et traitées en amont par un déshuileur, Cf. [Paragraphe 1.1.5.2](#)),
 - les effluents de la station de déminéralisation et ceux de l'unité de dessalement,
 - les vidanges les eaux de nettoyage et les effluents des bassins d'eau douce alimentant certains circuits,
 - la vidange des réservoirs du système de distribution d'eau pour la lutte contre l'incendie (JPD),
 - l'eau issue des drains de falaise.
- Le système SEH recueille quant à lui spécifiquement les eaux susceptibles de contenir des hydrocarbures, issues notamment des salles des machines et des postes électriques de transformation. Il est relié au réseau SEO pour rejet en mer des eaux traitées sur débourbeur-déshuileur.

1.1.2. COLLECTEURS ET ÉMISSAIRES

Compte-tenu de la position topographique des installations, les eaux mentionnées dans le [Paragraphe 1.1.1](#), sont soit collectées gravitairement vers le réseau SEO, soit collectées dans un puisard et évacuées par pompage vers le réseau SEO.

Les réseaux d'eaux pluviales du CNPE de Flamanville sont actuellement au nombre de 11, débouchant chacun sur un émissaire de rejet (émissaires 1 à 11). *In fine*, les eaux et effluents sont rejetés en mer ou dans le canal d'aménée.

Les 11 émissaires sont décrits dans les [Tableau a](#) et [Tableau b](#) et localisés sur la [Figure a](#).

- Effluents rejetés dans le canal d'aménée

Tableau a : Émissaires de rejet dans le canal d'aménée

Référence de l'émissaire	Nature des effluents
Émissaire 2	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales (station de déminéralisation, bâtiments administratifs, aire d'entreposage de déchets de très faible activité) • Drains de falaise • Effluents issus de la station de déminéralisation • Effluents issus de l'unité de dessalement • Effluents issus de la station d'épuration • Vidange (pour visite ou travaux) des réservoirs de la station de déminéralisation de site • Vidange et eaux de nettoyage des bassins d'eau douce • Effluents des bassins d'eau douce alimentant certains circuits • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 3	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales • Eaux résiduares de l'INB n° 108 • Effluents issus des bassins d'eau douce alimentant certains circuits • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 4	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales • Eaux résiduares • Déshuileur des INB n° 108 et n° 109 • Vidange des réservoirs du système de distribution d'eau pour la lutte contre l'incendie (JPD) • Effluents des bassins d'eau douce alimentant certains circuits • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 5	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales • Eaux résiduares de l'INB n° 109 • Vidange des réservoirs JPD • Effluents des bassins d'eau douce alimentant certains circuits • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil

- Effluents rejetés directement en mer

Tableau b : Émissaires de rejet en mer

Référence de l'émissaire	Nature des effluents
Émissaire 1	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 6	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales (routes, toitures, sols, bâtiments administratifs, aire d'entreposage d'outillages chauds) • Drains de falaise • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 7	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales (toitures et sols, routes, bâtiments administratifs, aire du programme de remplacement des générateurs de vapeur usés, parking) • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 8	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales (parking, routes, toitures et sols, bâtiments administratifs, centre de crise local) • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 9	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales (parking, routes, toitures et sols, bâtiments administratifs) • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 10	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales (parking, routes) • Ruisseau de Flamanville (ruisseau qui prend sa source à l'est du site de Flamanville au lieu-dit « la Berquerie ») • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil
Émissaire 11	<ul style="list-style-type: none"> • Eaux pluviales (parking sud, bassins d'eau douce) • Eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil

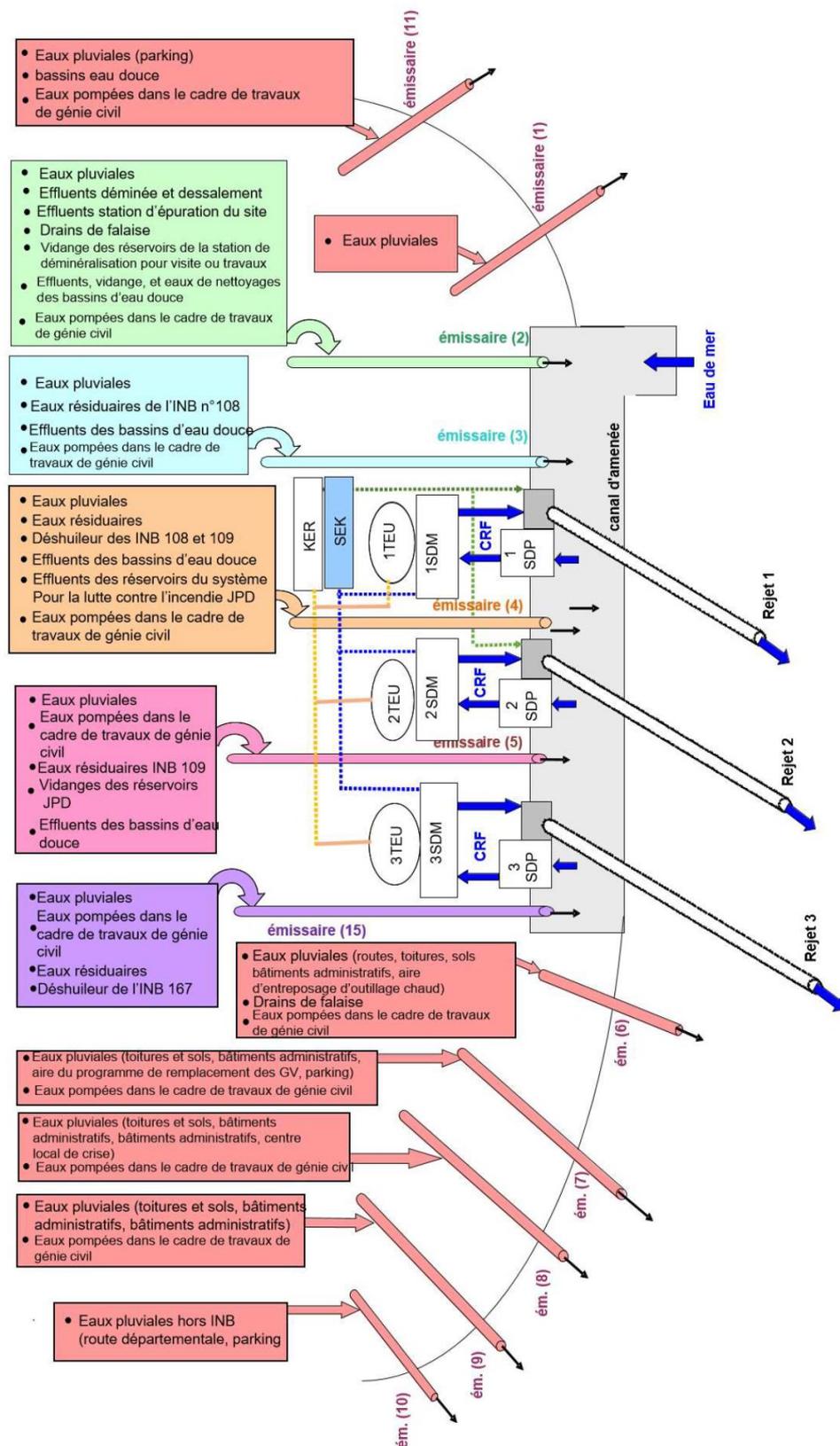


Figure a : Plan synoptique des émissaires secondaires du site de Flamanville

1.1.3. EAUX PLUVIALES

Les eaux pluviales proviennent des onze sous-bassins versants qui drainent l'ensemble du CNPE (parkings, voies de circulation, plate-forme, toitures) et une partie de la route (publique) qui ceinture le site par l'extérieur.

À chaque bassin versant correspond un ensemble de réseaux (avaloirs, caniveaux, émissaires), débouchant en mer ou dans le canal d'amenée (Cf. [Figure a](#)) par un collecteur et un ouvrage de rejet.

Le réseau est dimensionné sur l'hypothèse d'une pluie de retour T = 10 ans (23,6 L/s/ha pendant 10 minutes) et prend également en compte, suivant les émissaires, le débit des autres effluents qu'il reçoit.

1.1.4. EAUX VANNES ET USÉES

La station d'épuration Sud dispose de deux unités de traitement :

- Une première unité employant la technologie des cultures bactériennes fixées a été mise en service au cours de l'année 2000 avec une capacité de traitement de 800 équivalents-habitants.
- Une seconde unité utilisant un procédé biologique aéré avec séparation de matières sèches par membranes, pour une capacité de 1 000 équivalents-habitants, ajoutée en 2008.

Cette unité permet d'atteindre des rendements d'épuration supérieurs ou égaux à 90 % pour les paramètres DBO₅, DCO et MES.

Depuis 2013, l'intégralité des eaux usées produites par le site est traitée uniquement par la filière membranaire (seconde unité). La première unité est hors service et a été transformée en bassin de stockage intermédiaire.

Les effluents traités de la station d'épuration Sud sont rejetés dans le canal d'amenée via l'émissaire 2.

Les boues de la station d'épuration Sud sont éliminées en filière d'incinération avec valorisation énergétique.

L'entretien de ces ouvrages et le contrôle des effluents sont réalisés par le site.

1.1.5. EAUX HUILEUSES

1.1.5.1. Origine des eaux huileuses

Le réseau SEH des eaux hydrocarburées collecte tous les effluents non radioactifs susceptibles de contenir des hydrocarbures issus des réacteurs ou des installations de site (provenant des eaux d'incendie, d'arrosage, de lavage et des eaux pluviales). Il s'agit d'effluents issus des salles des machines, des postes électriques, de la zone de stockage des wagons d'huile, de l'huilerie (eaux de lavage et d'incendie).

1.1.5.2. Description du réseau SEH

La collecte des effluents non radioactifs susceptibles de contenir des hydrocarbures des réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville est réalisée par le réseau SEH qui se compose de :

- Un réseau SEH spécifique à chaque réacteur 1 et 2.
Son rôle est de collecter tous les effluents non radioactifs susceptibles de contenir des hydrocarbures provenant des installations de réacteur.
Il achemine ensuite ces effluents soit dans des réservoirs, soit dans des collecteurs de site, vers une capacité tampon de 1 641 litres.
- Un réseau SEH commun aux deux réacteurs 1 et 2.

Son rôle est identique à celui du SEH spécifique à chaque réacteur 1 et 2, mais il collecte de façon directe uniquement les effluents qui ne sont pas dirigés vers les réservoirs de SEH spécifique à chaque réacteur. Il récupère également les effluents d'abord collectés par les SEH spécifique à chaque réacteur 1 et 2.

Les effluents collectés par le SEH commun des réacteurs sont acheminés vers un décanteur constitué d'une fosse en béton armé de 300 m³ et d'un séparateur d'hydrocarbures (l'alimentation du séparateur est assurée par une pompe qui relève les effluents recueillis dans la fosse tampon).

Après séparation des hydrocarbures, les effluents sont rejetés au réseau SEO et dirigés vers le canal d'amenée via l'émissaire 4.

Les effluents issus du séparateur-déshuileur ne subissent une première dilution dans le réseau SEO que par temps pluvieux. Le débit nominal en sortie du déshuileur (vanne de réglage Tout Ou Rien) est de 10 m³/h. Le débit minimum de l'effluent dans le réseau d'eaux pluviales est donc de 10 m³/h par temps sec.

Les effluents hydrocarbonés sont quant à eux relevés par une pompe mobile vers des réservoirs mobiles et envoyés à l'extérieur du site pour être traités par un éliminateur agréé.

Les caractéristiques du séparateur-déshuileur du site sont les suivantes :

• Débit normal de traitement des effluents	10 m ³ /h
• Teneur en hydrocarbures à la sortie pour une teneur à l'entrée < 2 000 g/m ³	5 g/m ³
• Quantité d'hydrocarbures évacués dans les effluents	50 g/h
• Capacité du compartiment de stockage d'huile	7 m ³

1.1.6. EAUX BRUTES USAGÉES

En dehors des eaux pluviales, des eaux vannes et des eaux huileuses, les collecteurs récupèrent également des eaux ou des effluents d'autres provenances (Cf. [Figure a](#)) :

- les eaux résiduares issues des réacteurs 1 et 2 (rejetées au niveau des émissaires 3, 4 et 5),
- les eaux du réseau SEH après traitement par le déshuileur de site (dans l'émissaire 4),
- les rejets des drains de falaise, au niveau des émissaires 2 et 6,
- les eaux de la fosse de neutralisation dans la station de déminéralisation, rejetées par l'émissaire 2,
- la vidange ou le trop-plein des bâches JPD, rejetés au niveau des émissaires 4 et 5.

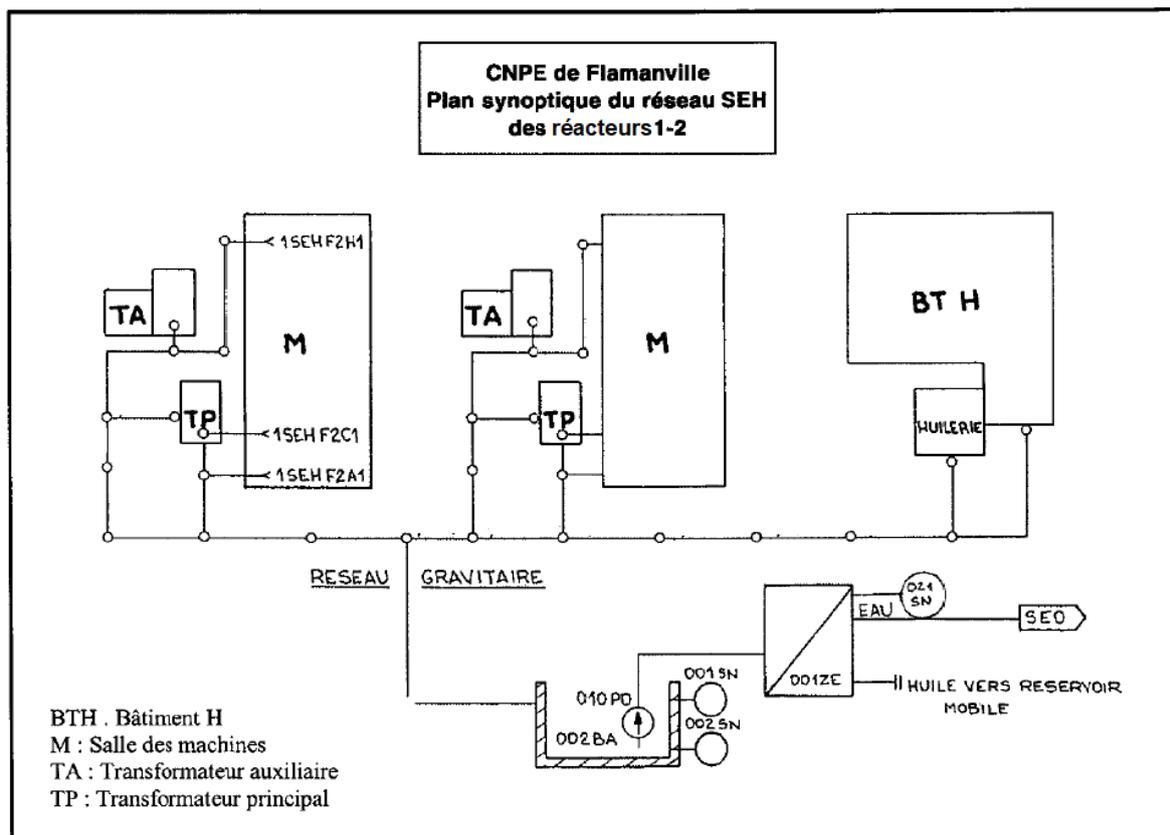


Figure b : Plan synoptique du réseau de collecte des eaux huileuses (SEH) pour les réacteurs 1 et 2 du CNPE de Flamanville

1.1.7. ÉLECTROCHLORATION

Les circuits de refroidissement des réacteurs 1 et 2 sont protégés contre le développement de biofilm et de salissures biologiques par injection d'hypochlorite de sodium à l'eau de circulation.

Le chlore est produit *in situ* par électrolyse de l'eau de mer. Ce traitement est pratiqué de façon alternée sur chaque voie d'entrée de chacune des stations de pompage.

Pour effectuer ce traitement, chaque réacteur possède une installation de production d'hypochlorite (CTE) située dans la station de pompage comportant (Cf. Figure c) :

- deux files de six cellules d'électrolyse alimentées en eau de mer par deux pompes CTE sous un débit de 80 m³/h, l'électrolyse se fait sous un ampérage nominal de 3 000 A pour une production d'hypochlorite de 80 kg/h à 1 g/L en chlore actif,
- un bac de stockage de la solution d'hypochlorite dans lequel se fait le dégazage d'hydrogène,
- des conduites qui distribuent gravitairement la solution d'hypochlorite vers les pertuis de prise d'eau des voies A et B et à l'amont des pompes SEC,
- la solution est apportée par un manche flexible vers les cadres en acier inoxydable placés dans chaque pertuis ; les cadres comportent des injecteurs distribués sur toute la hauteur immergée.

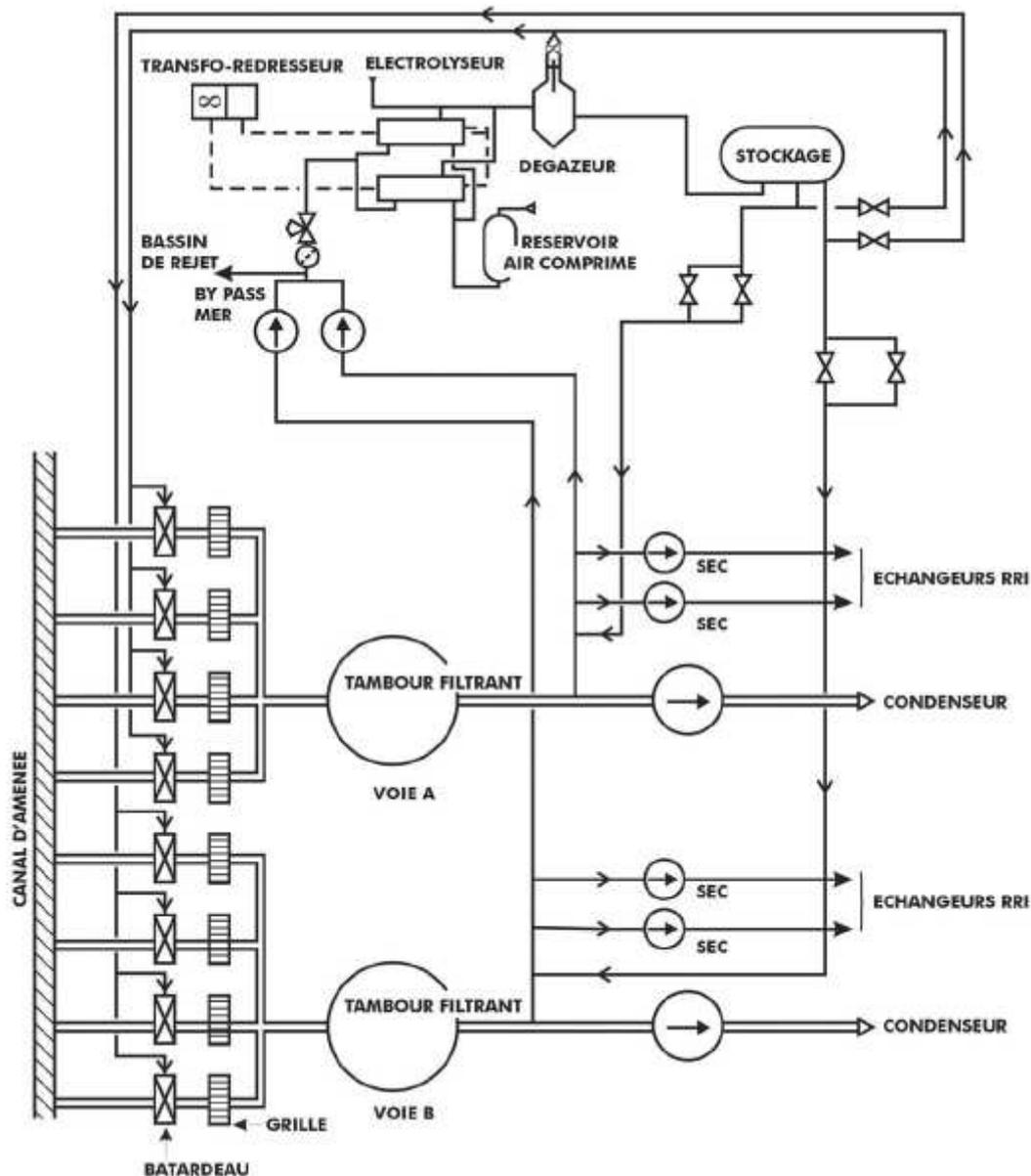


Figure c : Installation d'électrochloration des réacteurs 1-2 (pour un réacteur)

Après traitement, l'eau de mer contiendra une concentration de 0,5 mg/L en chlore actif. L'injection d'hypochlorite de sodium est réalisée en mode séquentiel à raison de 30 minutes par voie de refroidissement (deux voies par réacteur).

En fonctionnement particulier, c'est-à-dire en cas de prolifération excessive de salissures biologiques, une chloration exceptionnelle dite « chloration choc » peut être pratiquée afin de traiter les différentes parties des circuits en eau brute. La concentration moyenne journalière maximale ajoutée dans les bassins de rejet est alors de 1 mg/L.

1.2. REJETS AUX ÉMISSAIRES SECONDAIRES

1.2.1. REJETS DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT DES EAUX USÉES

L'ouvrage d'assainissement exploité par les réacteurs 1-2 est la station d'épuration Sud.

1.2.2. REJETS EN HYDROCARBURES

L'ensemble des collecteurs d'eaux pluviales est concerné par d'éventuelles pollutions par hydrocarbures. En effet, tous les émissaires sont soit proches de la voirie, soit en aval de parkings. L'émissaire 4 est celui qui récolte le plus d'eaux huileuses en raison de la connexion du réseau SEH (après traitement des eaux huileuses par le débourbeur-déshuileur de site).

Le débourbeur-déshuileur qui équipe le site de Flamanville est prévu pour garantir une concentration maximale de l'effluent traité à 5 g/m³ en hydrocarbures à sa sortie, pour une teneur maximale en hydrocarbures à l'entrée de 2 000 g/m³.

Compte-tenu de ces caractéristiques, la concentration maximale ajoutée en hydrocarbures est de 5 mg/L dans l'émissaire 4 (le débouché du réseau SEH dans le réseau SEO est situé à quelques mètres de cet émissaire).

Pour tous les émissaires, le contrôle des hydrocarbures sera réalisé une fois par mois pour les émissaires 1 à 11, y compris l'émissaire 4.

1.2.3. REJETS EN PHOSPHATES

Les rejets de phosphates à l'émissaire 2 proviennent des rejets de la station d'épuration Sud, par ailleurs règlementés au titre de la décision n° 2018-DC-0640 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville (décision « Modalités »).

1.2.4. REJETS EN AZOTE

L'ammoniaque utilisé pour le conditionnement du circuit secondaire est susceptible de générer des rejets d'azote aux émissaires du réseau SEO.

Les rejets d'azote issus des réacteurs 1 et 2, via les émissaires secondaires, ne sont pas permanents et peuvent s'expliquer au niveau de l'émissaire 2 par :

Rejet d'un réservoir SER pour maintenance

Le site possède deux réservoirs de stockage SER dont la tuyauterie de vidange est reliée au réseau SEO. Pour raison de maintenance, ces réservoirs peuvent être vidangés soit sur aléas (par exemple travaux de modifications Grand froid sur le réservoir), soit pour visite règlementaire (actuellement, dans le Programme Local de Base, il est prévu une visite de ces réservoirs tous les 10 ans).

La concentration moyenne en ammoniaque est de 0,3 mg/L pour un volume de 2 000 m³ (correspondant au niveau minimum de la bache en utilisation) et la concentration maximale peut atteindre 0,4 mg/L (spécifications chimiques correspondant à une plage de pH comprise entre 9,0 et 9,2).

Le débit de vidange maximum du réservoir SER est de 1 500 m³/h.

1.2.5. REJETS EN ÉTHANOLAMINE

Le site de Flamanville est conditionné à l'éthanolamine pour éviter des phénomènes de corrosion, notamment sur les réchauffeurs AHP.

L'eau SER est, en revanche exclusivement conditionnée en ammoniaque.

2.

RÉACTEUR 3

2.1. DESCRIPTION DES RÉSEAUX ET DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT

2.1.1. INTRODUCTION

La collecte et le traitement des effluents liquides non radioactifs sont assurés par :

- Le réseau SEO qui recueille les eaux pluviales en provenance des toitures des bâtiments (EP toitures), des aires de circulation, des réacteurs et de leurs abords (EP Voiries), les eaux résiduaires, les eaux en sortie du déshuileur de la plateforme industrielle du réacteur 3, les eaux pompées dans le cadre de travaux de génie civil, les eaux incendie répandues sur les voiries en cas de sinistre.
- Le réseau SEH qui recueille spécifiquement les eaux susceptibles de contenir des traces d'hydrocarbures, issues notamment des salles des machines, des bâtiments diesel et des postes électriques de transformation.
- Le réseau SEK qui collecte les effluents pouvant être éventuellement contaminées et susceptibles de contenir des traces d'hydrocarbures, sépare les hydrocarbures.

2.1.2. COLLECTEURS ET ÉMISSAIRES

Les effluents collectés par le réseau SEO sur les voiries et en salle des machines, ainsi que les effluents issus du réseau SEH (après traitement par déshuileur) rejoignent le collecteur principal puis sont évacués gravitairement dans le canal d'amenée par un émissaire unique, correspondant à l'émissaire secondaire 15 (Cf. [Figure a](#)). Un bassin de confinement placé en dérivation de ce collecteur permet d'isoler une pollution éventuelle.

Ainsi, les réseaux SEO et SEH sont des réseaux séparatifs qui se rejoignent en aval au niveau d'un collecteur unique, ce qui permet de faire bénéficier les deux réseaux du bassin de confinement.

De cette façon, les eaux d'extinction d'incendie et les eaux issues de pollutions accidentelles chimiques, qui doivent être traitées avant rejet, sont récupérées dans ce bassin de confinement. Leur composition peut ainsi être analysée afin de prévoir un traitement éventuel.

En cas de pollution des eaux contenues dans le bassin de confinement, des pompes de relevage seront utilisées pour vidanger le bassin vers une citerne mobile destinée à évacuer les eaux vers une station de traitement.

Les eaux pluviales en provenance des toitures des bâtiments sont rejetées au collecteur principal en aval du bassin de confinement.

L'architecture de ce principe est représentée sur la [Figure d](#).

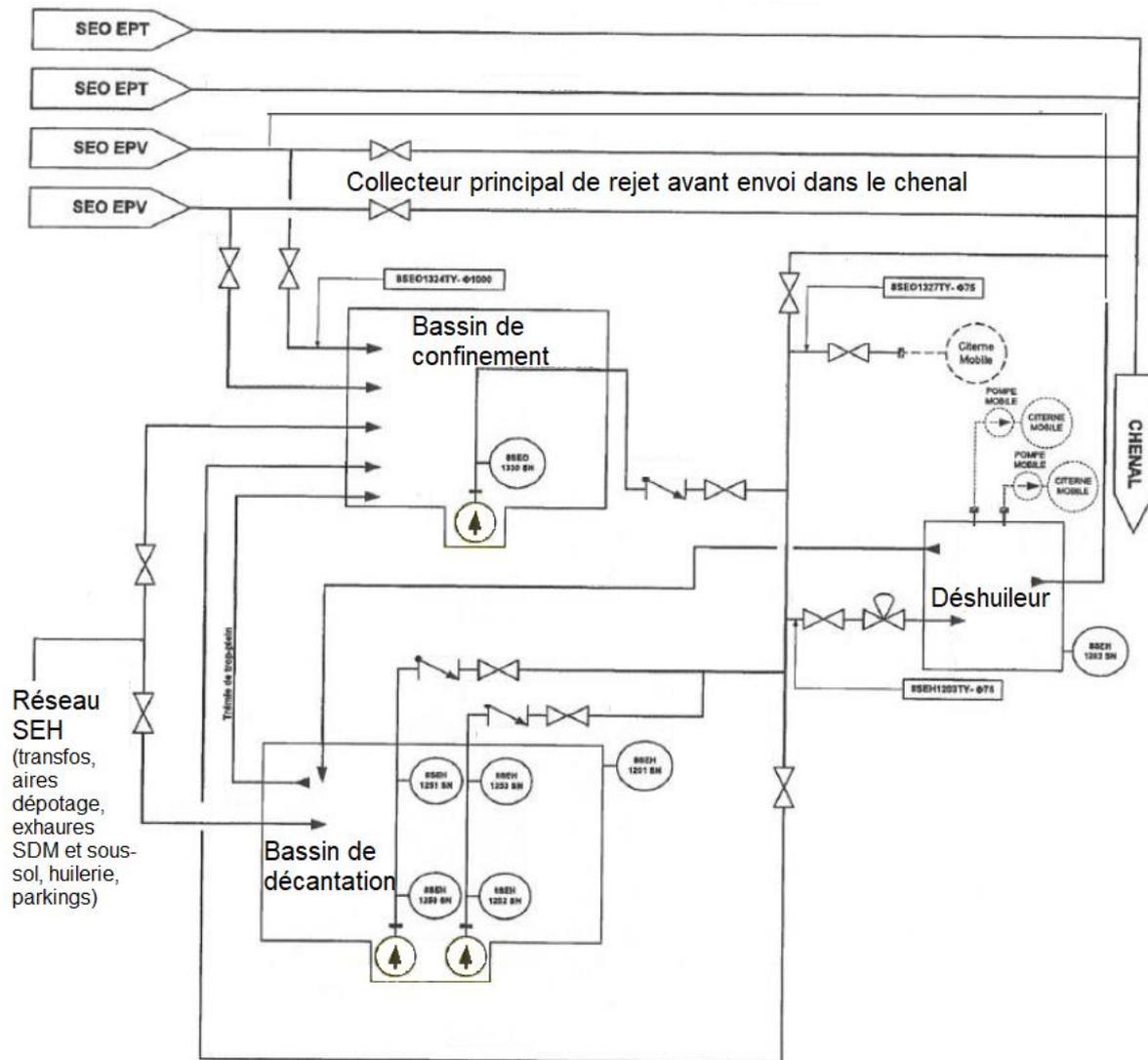


Figure d : Schéma des réseaux de collecte SEH / SEO

Les eaux vannes et usées du réacteur 3 sont raccordées à la station d'épuration Sud.

2.1.3. BASSIN DE CONFINEMENT

Le bassin, d'un volume de 1 635 m³, est relié au collecteur principal. Un système de vannes permet de canaliser ou non les effluents vers ce bassin :

- En fonctionnement normal, le bassin est vide et isolé du collecteur principal par des vannes. Il y a deux vannes d'isolement, dites vannes pelles sur les voiries en amont du collecteur principal, pour fermer le rejet direct en mer, et deux vannes d'isolement qui permettent l'orientation des effluents vers le bassin de confinement. Le collecteur principal se rejette directement dans le chenal par l'intermédiaire de l'émissaire 15.
- En cas de pollution sur la chaussée (eaux d'incendie ou incident de transport), les vannes d'isolement localisées au niveau des voiries en amont du collecteur principal sont fermées et les deux autres vannes orientées vers le bassin de confinement sont ouvertes. L'ensemble des eaux polluées est recueilli dans le bassin. Une fois l'incident traité, les vannes qui commandent l'entrée des eaux dans le bassin sont fermées et celles en amont du collecteur principal sont ouvertes pour rétablir la situation normale de rejet.

Le volume dimensionnant du bassin de confinement est celui d'une extinction incendie.

Pour le site de Flamanville, le bâtiment à prendre en compte dans le dimensionnement du bassin est le Pôle Opérationnel d'Exploitation (POE-bâtiment HB), dans la mesure où les autres bâtiments (Ilot nucléaire, Ilot conventionnel, BTE) sont susceptibles de contenir dans leur enceinte les eaux d'incendie et que le POE dispose alors de la plus grande superficie (87 m x 74 m).

2.1.4. EAUX PLUVIALES

Le réseau SEO d'eaux pluviales est conçu pour évacuer les débits d'eaux pluviales du réacteur 3.

On distingue :

- Un réseau pour les eaux de voiries, susceptible de transiter par le bassin de confinement en cas de pollution.
- Un réseau pour les eaux de toitures indépendant du réseau de voiries, qui rejoint directement le collecteur principal en aval du bassin de confinement.

Nota : l'intérêt de ce réseau séparé se retrouve également en cas d'incendie, limitant ainsi le dimensionnement du bassin de confinement aux eaux nécessaires à l'extinction (Cf. critère de dimensionnement de ce bassin).

Le dimensionnement du réseau d'eaux pluviales se fait à partir de l'hypothèse de pluie centennale la plus exigeante.

2.1.5. EAUX VANNES ET USÉES

Ce réseau est destiné à collecter les eaux usées et les eaux vannes issues de l'ensemble des ouvrages du réacteur 3. Il est raccordé à la station d'épuration du site (STEP) qui est dimensionnée pour les trois réacteurs de Flamanville. La station d'épuration est décrite dans le [Paragraphe 1.1.4.](#)

2.1.6. EAUX HUILEUSES

Le réseau SEH collecte tous les effluents non radioactifs susceptibles de contenir des hydrocarbures issus du réacteur 3 (effluents et égouttures en provenance des transformateurs, de la salle des machines, de l'huilerie, des diesels, des stockages et des aires de dépotage susceptibles de recevoir des hydrocarbures).

Il achemine l'ensemble de ces effluents vers un séparateur d'hydrocarbures spécifique du réacteur 3.

Tous les effluents issus de la salle des machines (collectés par le réseau SEH) ainsi que les effluents en provenance des postes électriques sont ensuite drainés gravitairement depuis les regards du réseau SEH jusqu'au bassin de décantation. Puis ces effluents passent par le déshuileur avant d'arriver dans l'une des voiries et d'être rejetés en mer.

Ce collecteur principal reçoit également les effluents issus de l'huilerie et les égouttures d'huiles drainées par les eaux de pluie sur la surface du site (salle des machines, aires de dépotage du fuel près des bâtiments Diesel). Ces effluents sont collectés par le réseau SEH, arrivent dans le bassin de décantation, le déshuileur, les voiries SEO, le collecteur principal et sont ensuite rejetés en mer.

Le décanteur-déshuileur récupèrera aussi l'ensemble des eaux huileuses du site avant traitement, en dehors des eaux SEK traitées en salle des machines.

Des regards étouffoirs seront disposés sur les réseaux antennes en amont de la fosse tampon afin d'éviter la propagation du feu dans le réseau.

Les aires de dépotage des hydrocarbures seront équipées de deux regards munis de vannes, afin de ne solliciter le réseau SEH que lors des opérations de dépotage :

- le 1^{er} en liaison avec le SEO, qui sera utilisé vanne ouverte en l'absence de dépotage, et vanne fermée en opération de dépotage,
- le 2^e en liaison avec SEH, qui sera utilisé vanne ouverte au cours d'une opération de dépotage, et vanne fermée hors opération de dépotage.

Les effluents épurés, après séparation des hydrocarbures, sont dirigés vers le collecteur principal puis rejetés en mer par l'émissaire unique de l'EPR (émissaire 15).

Les effluents hydrocarbures retenus dans le séparateur sont relevés par une pompe mobile vers les réservoirs mobiles et envoyés à l'extérieur du site pour être traités par un éliminateur agréé.

La teneur en hydrocarbures à la sortie du séparateur-déshuileur est garantie inférieure à 5 mg/L pour une teneur à l'entrée inférieure à 5 000 mg/L.

Le réseau de drainage des parkings est dirigé vers SEO après passage sur un déshuileur et ce afin de respecter le critère de 5 mg/L.

2.1.7. ÉLECTROCHLORATION

Comme pour les réacteurs 1 et 2, les circuits de refroidissement du réacteur 3 sont protégés contre le développement de biofilm et de salissures biologiques par injection d'hypochlorite de sodium à l'eau de circulation. Le chlore est produit *in situ* par électrolyse de l'eau de mer.

L'installation de production d'hypochlorite de sodium (CTE) propre au réacteur 3 est située dans la station de pompage sur la voie 3 et comporte principalement :

- des pompes d'alimentation et système de filtration de l'eau de mer,
- deux files d'électrolyseur (avec système de nettoyage des cellules d'électrolyse) et transfo-redresseur pour l'alimentation électrique de l'électrolyseur,
- un système d'extraction et d'évacuation de l'hydrogène (H₂),
- un réservoir de stockage de la solution d'hypochlorite de sodium,
- un système d'injection pour le traitement des systèmes servis.

L'installation est conçue pour fonctionner en continu durant toute la période où la température de l'eau est supérieure à 10°C.

Cette installation fonctionne en automatique sans présence de personnel dans le local, hormis pour les opérations de démarrage et de maintenance.

Elle peut également être utilisée sur des périodes ponctuelles où l'exploitant observe une perte de rendement au condenseur et suspecte une prolifération inhabituelle des organismes marins.

La production d'hypochlorite de sodium fonctionne en continu à hauteur de 60 kg/h de chlore actif à 1 g/L avec un seul électrolyseur en fonctionnement.

L'injection d'hypochlorite de sodium est séquentielle, en alternance de 30 minutes à 4 heures sur les voies 1 et 2 puis 30 minutes à 4 heures pour les voies 3 et 4. Son fonctionnement est piloté par un automate.

L'installation permet le traitement de l'eau brute des circuits CRF, SEC, SEN et SRU à une concentration de 0,5 mg/L.

Le schéma du circuit CTE global est représenté sur la [Figure e](#).

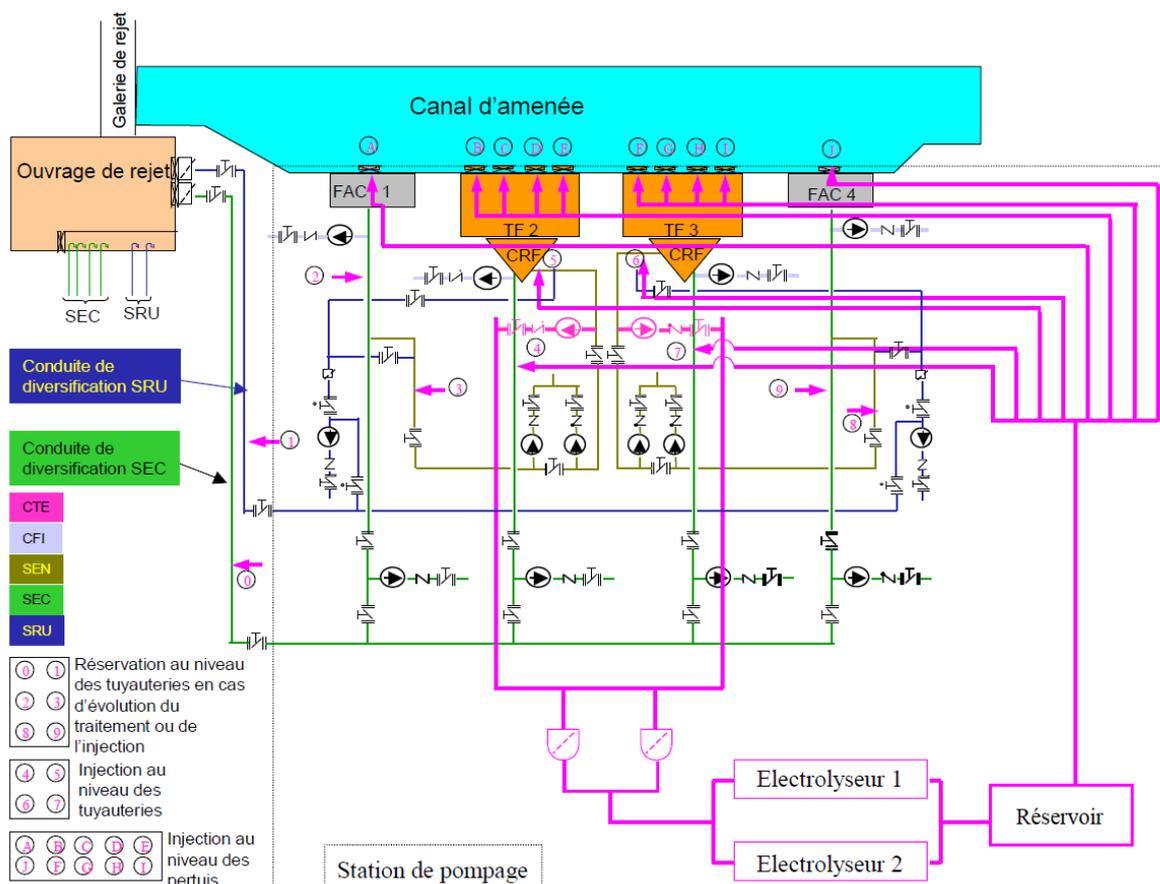


Figure e : Schéma du circuit CTE

2.2. REJETS AUX ÉMISSAIRES SECONDAIRES

2.2.1. REJETS ISSUS DE SEH

Le réseau SEH rejette les effluents après la récupération complète des hydrocarbures et les matières en suspension dans le milieu naturel via le réseau d'égouts SEO.

2.2.2. REJETS ISSUS DE SEO

Le réseau SEO est principalement constitué de trois réseaux :

- un réseau des eaux pluviales de toitures (SEO EP toiture) rejetant directement à la mer et indépendant du réseau de voiries,
- un réseau des eaux pluviales de voiries (SEO EP voirie) rejetant à la mer ou pouvant être détourné vers un bassin de confinement pour la récupération des eaux d'incendie et des eaux polluées accidentellement sur les voiries et au niveau du réseau SEH,
- un réseau eaux usées et eaux vannes (SEO EU/EV) indépendant avec épuration.

Pour les bâtiments HP, HC et HF, un piquage au refoulement des pompes d'exhaure de ces bâtiments est ajouté pour pouvoir diriger les effluents contenant des produits chimiques vers SEK (vidange périodique de la bêche JAC, essais périodiques sur les circuits de protection incendie JPD, JPT, JPS, JPI et autres circuits traités chimiquement).

2.2.3. REJETS EN HYDROCARBURES

La concentration maximale en hydrocarbures des effluents rejetés est égale à 5 mg/L en sortie du déshuileur. Ces effluents sont ensuite dirigés vers les rejets du collecteur principal (émissaire 15) du réseau SEO, avant rejet dans le canal d'aménée.

ÉTUDE D'IMPACT

- Annexe 5 -

Données chimiques liquides

PLACE DE L'ANNEXE DANS LES ANNEXES DE L'ÉTUDE D'IMPACT

- Annexe 1 – Description des ouvrages de prélèvement d'eau et de rejet dans l'environnement
- Annexe 2 – Traitement des effluents radioactifs liquides et gazeux
- Annexe 3 – Description de la station de production d'eau déminéralisée (intégrant l'unité de dessalement)
- Annexe 4 – Description des réseaux de collecte et de traitement des effluents non contaminables du site de Flamanville (dont électrochloration)
- Annexe 5 – Données chimiques liquides**
- Annexe 6 – Biodiversité
- Annexe 7 – Population et santé humaine

SOMMAIRE

1.	EAUX DE SURFACE	7
1.1.	CONCENTRATIONS INITIALES	7
1.1.1.	Sources des données	7
1.1.2.	Choix méthodologiques relatifs à la détermination des concentrations initiales dans le milieu	9
1.1.3.	Concentrations initiales retenues.....	10
1.2.	DÉBITS DE REJET RETENUS	18
1.2.1.	Débit nominal des pompes	19
1.2.2.	Débits considérés pour les substances issues de la chloration	19
1.2.3.	Débits définis pour les substances autres que les résidus de chloration	21
1.2.4.	Synthèse des débits considérés	22
1.3.	COEFFICIENTS DE DILUTION DES REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES ET RADIOACTIFS LIQUIDES RETENUS	22
1.3.1.	Introduction	22
1.3.2.	Coefficient de dilution pour l'évaluation des risques sanitaires	23
1.3.3.	Coefficient de dilution pour l'analyse des incidences sur l'écosystème marin	25
1.4.	VALEURS DES LIMITES DE CLASSES D'ÉTAT DE L'ARRÊTÉ DU 25 JANVIER 2010 MODIFIÉ.....	27
1.4.1.	Paramètres physico-chimiques généraux	27
1.4.2.	Compartiments biologiques	27
1.5.	VALEURS RÉGLEMENTAIRES, VALEUR DE RÉFÉRENCE ET VALEURS GUIDES.....	28
1.6.	PNEC ET DONNÉES ÉCOTOXICOLOGIQUES.....	28
1.6.1.	PNEC (Predicted No Effect Concentration)	28
1.6.2.	Valeurs écotoxicologiques	36

TABLEAUX

Tableau a :	Caractéristiques des suivis physico-chimiques dont sont issues les données d'entrée de concentration des points de référence et rejet pour l'analyse rétrospective	8
Tableau b :	Caractéristiques des suivis physico-chimiques dont sont issues les données d'entrée de concentration amont pour l'analyse des incidences substances par substances	8
Tableau c :	Concentrations aux stations référence et rejet des paramètres généraux de qualité d'eau utilisées pour l'analyse rétrospective	10
Tableau d :	Concentrations aux stations référence et rejet des métaux totaux utilisées pour l'analyse rétrospective	11
Tableau e :	Concentrations aux stations référence et rejet des substances potentiellement toxiques autres que les métaux utilisés pour l'analyse rétrospective	12
Tableau f :	Concentrations initiales des paramètres généraux de qualité d'eau utilisées pour l'évaluation de des incidences substance par substance	13
Tableau g :	Concentrations initiales des métaux totaux utilisées pour l'évaluation de des incidences substance par substance	15
Tableau h :	Concentrations initiales des substances potentiellement toxiques utilisées dans l'analyse pour l'évaluation des incidences substance par substance	16
Tableau i :	Concentrations initiales considérées comme nulles pour les substances potentiellement toxiques autres que les métaux et utilisés pour l'évaluation de des incidences substance par substance	17
Tableau j :	Concentration initiales des paramètres non quantifiés lors des mesures anticipatrices	18
Tableau k :	Capacités nominales des pompes des circuits de refroidissement sur le site de Flamanville	19
Tableau l :	Statistiques descriptives du nombre de pompes en fonctionnement du cumul des réacteurs 1 et 2 du CNPE de Flamanville	20
Tableau m :	Statistiques descriptives du nombre de pompes en fonctionnement des réacteurs 1 et 2 séparées sur le CNPE de Flamanville	21
Tableau n :	Coefficients de dilution utilisés pour l'analyse de l'impact sanitaire et environnemental des rejets du site de Flamanville pour le fonctionnement des trois réacteurs du site et pour le fonctionnement du réacteur 3 uniquement.....	26
Tableau o :	Grille de qualité pour le paramètre transparence.....	27
Tableau p :	Grille de qualité pour le paramètre chlorophylle a – Eaux côtières	27
Tableau q :	Grille de qualité d'eau de mer CQEL	28
Tableau r :	NQE en eau de mer	28
Tableau s :	Données écotoxicologiques de l'acide borique	29
Tableau t :	Données écotoxicologiques de l'hydrazine	30
Tableau u :	Données écotoxicologiques de l'éthanolamine	32
Tableau v :	Données écotoxicologiques du bromoforme.....	33
Tableau w :	Données écotoxicologiques de l'acide acrylique	34
Tableau x :	Synthèse des PNEC en eaux marines.....	35
Tableau y :	Données écotoxicologiques du cuivre.....	36
Tableau z :	Données écotoxicologiques du zinc.....	36

Tableau aa :	Données écotoxicologiques du fer	37
Tableau bb :	Données écotoxicologiques du manganèse	38
Tableau cc :	Données écotoxicologiques de l'aluminium	39
Tableau dd :	Données écotoxicologiques du chrome	40
Tableau ee :	Données écotoxicologiques du nickel	41
Tableau ff :	Données écotoxicologiques du plomb	42
Tableau gg :	Données écotoxicologiques de la lithine	42
Tableau hh :	Données écotoxicologiques du méthylamine	43
Tableau ii :	Données écotoxicologiques de l'éthylamine	43
Tableau jj :	Données écotoxicologiques de l'acide oxalique	44
Tableau kk :	Données écotoxicologiques du formiate de sodium	44
Tableau ll :	Données écotoxicologiques de l'acide glycolique	45
Tableau mm :	Données écotoxicologiques de l'acétate de sodium	45
Tableau nn :	Données écotoxicologiques des polyacrylates	46
Tableau oo :	Données écotoxicologiques des phosphites	46
Tableau pp :	Données écotoxicologiques de l'HEDP	47
Tableau qq :	Données écotoxicologiques de l'ATMP	47

1. EAUX DE SURFACE

Cette annexe présente les données d'entrée suivantes du [Chapitre 4](#) :

- Les concentrations initiales.
- Les débits de rejets retenus.
- Les coefficients de dilution des rejets.
- Les valeurs réglementaires, les valeurs de référence et les valeurs guides.
- PNEC et données écotoxicologiques.

1.1. CONCENTRATIONS INITIALES

1.1.1. SOURCES DES DONNÉES

La méthodologie appliquée pour l'évaluation de l'impact environnemental comprend deux parties distinctes, à savoir :

- L'**analyse rétrospective** des effets des rejets chimiques liquides passés et actuels du site de Flamanville sur la qualité des eaux de surface. Cette partie intègre l'IEM¹ (Interprétation de l'État des Milieux) et couvre une période rétrospective de fonctionnement longue de 10 ans. Cette période longue permet de s'affranchir de la variabilité interannuelle et ainsi de mettre en évidence une éventuelle évolution du milieu.
- Une **analyse prospective** de l'évaluation quantitative substance par substance de l'incidence des rejets chimiques liquides du site de Flamanville (réacteur 3 et incidences cumulées des réacteurs 1 et 2).

1.1.1.1. Données d'entrée considérée pour l'analyse rétrospective de l'impact des rejets passés

Les données présentées dans ce paragraphe constituent les données d'entrée pour l'analyse rétrospective environnementale et l'Interprétation de l'État des Milieux (IEM). Ces analyses ont pour objectif de comparer les concentrations mesurées sous influence et hors influence des rejets du CNPE et de les comparer à des valeurs de référence. Les données utilisées sont celles de la surveillance hydroécologique pérenne. Pour l'IEM, lorsque ces données ne couvrent pas les substances étudiées, elles sont complétées par les données utilisées dans le cadre de l'évaluation de l'impact substance par substance.

¹ Nota : l'IEM est associée à l'évaluation de l'impact sanitaire lié aux rejets chimiques liquides, et prend en compte des valeurs de référence sanitaires.

Les concentrations aux points « Référence » (hors influence des rejets) et « Rejet » utilisées pour l'analyse rétrospective de l'impact des rejets chimiques liquides du CNPE sont issues de l'exploitation des résultats de la surveillance hydroécologique pérenne du CNPE réalisée par IFREMER pour EDF et disponibles sur la période **[2010-2019]**, ainsi que des mesures anticipatrices réalisées entre **mai et août 2020** (Cf. [Tableau a](#)).

Tableau a : Caractéristiques des suivis physico-chimiques dont sont issues les données d'entrée de concentration des points de référence et rejet pour l'analyse rétrospective

Type de suivi	Période de suivi	Saisonnalité des campagnes	Localisation des stations de mesures
Surveillance hydroécologique pérenne	2010-2019	Campagnes saisonnières : printemps, été, automne	<ul style="list-style-type: none"> Station référence : Au large, au nord-ouest du site, dans une zone hors influence des rejets Station rejet : A quelques centaines de mètres de la côte, au nord-ouest du site, dans une zone sous influence du panache thermique
Mesures anticipatrices	Mai-Août 2020	Campagnes hebdomadaires	

1.1.1.2. Données d'entrée considérées pour l'analyse des incidences substance par substance

Les concentrations initiales utilisées pour l'analyse de l'impact des rejets chimiques liquides du site de Flamanville sont issues de l'exploitation des résultats de la surveillance hydroécologique pérenne du CNPE (réacteurs 1 et 2) réalisée par IFREMER pour EDF et disponibles sur la période **[2010-2019]**, de mesures anticipatrices lancées par EDF dans le cadre du présent dossier et réalisées entre **mai et août 2020**, de données issues du suivi réalisé par l'Agence de l'Eau dans le cadre de la DCE à Diélette (point de surveillance 017-P-006) sur la période **[2010-2019]** et de données bibliographiques pour les substances non couvertes par les données précédemment citées.

Les caractéristiques des campagnes de suivi exploitées dans cette étude sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau b : Caractéristiques des suivis physico-chimiques dont sont issues les données d'entrée de concentration amont pour l'analyse des incidences substances par substances

Type de suivi	Période de suivi	Saisonnalité des campagnes	Localisation des stations de mesures
Surveillance hydroécologique pérenne	2010-2019	Campagnes saisonnières : printemps, été, automne	<ul style="list-style-type: none"> Station référence : au large, au nord-ouest du site, dans une zone hors influence des rejets Station rejet : à quelques centaines de mètres de la côte, au nord-ouest du site, dans une zone sous influence du panache thermique
Mesures anticipatrices	Mai-Août 2020	Campagnes hebdomadaires	
Agence de l'Eau	2010-2019	Mensuelles	Diélette (point de surveillance 017-P-006)

1.1.2. CHOIX MÉTHODOLOGIQUES RELATIFS À LA DÉTERMINATION DES CONCENTRATIONS INITIALES DANS LE MILIEU

1.1.2.1. Méthodologie

L'implantation géographique du site de Flamanville impose d'appliquer, pour l'étude d'impact, une méthodologie type « bord de mer ». Il convient donc de déterminer :

- Les concentrations **moyennes interannuelles** aux points référence et rejet ;
- Les concentrations **moyennes trimestrielles** aux points référence et rejet ;
- Le **percentile 90** aux points « Référence » et « Rejet » (valeur en dessous de laquelle se trouvent 90 % des valeurs mesurées, déterminée selon la méthodologie d'agrégation des résultats de qualité de l'eau utilisée par le SEQ-Eau).

1.1.2.2. Règles de calcul

Les **concentrations moyennes trimestrielles**, **moyennes interannuelles** et les **percentiles 90** sont définis lorsque les données sont en nombre suffisant pour permettre le calcul.

C'est le cas pour les paramètres suivants : détergents, MES, sulfates, ammonium, nitrates, phosphates, aluminium total, fer total, manganèse total, acide borique, bromoforme et zinc total.

La **concentration moyenne trimestrielle** est établie par moyenne arithmétique des valeurs disponibles pour le trimestre considéré, sur la période d'étude. La concentration initiale retenue correspond alors à la moyenne trimestrielle la plus élevée.

La **moyenne interannuelle** est établie par moyenne arithmétique de l'ensemble des valeurs disponibles pour le paramètre considéré.

Le **percentile 90 théorique** est établi selon la règle dite des 90 %. Il correspond à une valeur mesurée, en-dessous de laquelle se trouvent 90 % des valeurs mesurées pour le paramètre considéré (méthode d'agrégation des résultats de qualité de l'eau utilisée par le SEQ-Eau).

Lorsqu'une des valeurs de concentrations moyennes mensuelles dépasse la valeur du percentile 90 théorique, le **percentile 90 retenu** est défini par cette valeur moyenne mensuelle maximale. Dans ce cas, les tableaux présentant les concentrations retenues (Cf. [Paragraphe 1.1.3.2](#)) font apparaître en surligné bleu les percentiles 90 retenus et les valeurs moyennes mensuelles maximales correspondantes.

Dans le cas où **toutes les valeurs mesurées sont inférieures à la limite de quantification** ou qu'il n'existe pas de données pour cette substance, et qu'elle n'est pas naturellement présente dans le milieu aquatique, la **concentration initiale est considérée comme nulle**.

C'est le cas pour les paramètres suivants : l'hydrazine, l'éthanolamine, la méthylamine, l'éthylamine, l'acide oxalique, l'acide formique, l'acide glycolique, l'acide acétique, l'ATMP, l'HEDP, les phosphites, les polyacrylates de sodium et l'acide acrylique.

Dans le cas où **toutes les valeurs mesurées sont inférieures à la limite de quantification** ou qu'il n'existe pas de données pour cette substance, et qu'elle est naturellement présente dans le milieu aquatique, la valeur retenue pour la concentration initiale est issue d'une revue bibliographique.

C'est le cas pour les paramètres suivants : le cuivre total, le chrome total, le nickel total, le plomb total et la lithine.

Lorsqu'il existe des valeurs inférieures et d'autres supérieures à la limite de quantification, les moyennes interannuelles, mensuelles ou trimestrielles sont calculées en prenant **égales à la limite de quantification concernée les valeurs inférieures à cette dernière**. Les valeurs mensuelles de concentrations établies selon cette règle apparaissent en surligné beige dans les tableaux présentant les concentrations retenues (Cf. [Paragraphe 1.1.3.2](#)).

Les paramètres DCO (Demande Chimique en Oxygène) et DBO₅ (Demande Biologique en Oxygène à 5 jours) permettent de connaître la charge en matière oxydables, et donc la pollution en matière organique de l'eau. La mesure de ces paramètres **est difficilement** réalisable en eau de mer du fait de la complexité des processus biologiques (DBO) ou des interférences avec les ions chlorures (DCO), **ou avec une sensibilité non pertinente (LQ très élevée de 30 mg/L pour ces deux substances). Compte-tenu de la contribution minime du site et des bruits de fond naturellement présents** (moins de 0,01 % en concentration moyenne pour ces deux substances) l'étude d'impact environnemental n'est pas réalisée sur les flux caractérisés en DCO et DBO₅.

Les paramètres chlorures et sodium sont naturellement présents dans le milieu marin. La Manche a une salinité moyenne de 35, le chlorure et le sodium représentent 85 % des sels dissous (Loi de Dittmar). La Manche contient d'ores et déjà une grande quantité de chlorures et de sodium. La contribution du site est minime par rapport au bruit de fond (moins de 0,00005 % en concentration moyenne pour ces deux substances). De ce fait, **l'étude d'impact environnemental n'est pas réalisée sur les flux caractérisés en chlorures et en sodium.**

1.1.3. CONCENTRATIONS INITIALES RETENUES

1.1.3.1. Concentrations initiales retenues pour l'analyse rétrospective

Tableau c : Concentrations aux stations référence et rejet des paramètres généraux de qualité d'eau utilisées pour l'analyse rétrospective

Période considérée	Origine des données	Paramètre	Référence		Rejet	
			Concentration moyenne (mg/L)	Percentile 90 (mg/L)	Concentration moyenne (mg/L)	Percentile 90 (mg/L)
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Sulfates	2,6.10 ³	2,9.10 ³	2,6.10 ³	2,9.10 ³
2010-2011 + 2017-2019	Surveillance hydroécologique	MES	1,0.10 ¹	8,3 *	1,3.10 ¹	1,0.10 ¹ *
2010-2019	Surveillance hydroécologique	Ammonium	7,3.10 ⁻³	1,6.10 ⁻²	5,8.10 ⁻³	2,1.10 ⁻²
2010-2019	Surveillance hydroécologique	Nitrates	2,4.10 ⁻¹	6,1.10 ⁻¹	2,3.10 ⁻¹	6,0.10 ⁻¹
2010-2019	Surveillance hydroécologique	Phosphates	2,2.10 ⁻²	4,6.10 ⁻²	2,1.10 ⁻²	4,6.10 ⁻²

* Pour les MES, c'est le percentile 50 qui est indiqué.

Pour rappel concernant la DCO et la DBO₅, l'ensemble des valeurs mesurées lors des campagnes de mesures anticipatrices est inférieur à la Limite de Quantification (LQ), que ce soit au point référence ou rejet, (Cf. [Paragraphe 1.1.2.2](#)).

Tableau d : Concentrations aux stations référence et rejet des métaux totaux utilisées pour l'analyse rétrospective

Période considérée	Origine des données	Paramètre	Référence		Rejet	
			Concentration moyenne (mg/L)	Percentile 90 (mg/L)	Concentration moyenne (mg/L)	Percentile 90 (mg/L)
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Aluminium total	$7,8 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$8,2 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Chrome total*	$3,0 \cdot 10^{-4}$	/	/	/
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Cuivre total*	$2,5 \cdot 10^{-3}$	/	/	/
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Fer total	$2,8 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-1}$	$2,8 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-1}$
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Manganèse total	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$< 2,5 \cdot 10^{-2}$	$< 2,5 \cdot 10^{-2}$
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Nickel total*	$2,8 \cdot 10^{-3}$	/	/	/
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Plomb total*	$2,5 \cdot 10^{-4}$	/	/	/
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Zinc total	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$	$5,1 \cdot 10^{-2}$	$5,7 \cdot 10^{-2}$

* Pour ces métaux, l'ensemble des valeurs mesurées étaient inférieures à la Limite de Quantification (LQ), que ce soit au point référence ou rejet, les valeurs indiquées au point référence sont donc issues de la bibliographie (Cf [Tableau j](#)).

Tableau e : Concentrations aux stations référence et rejet des substances potentiellement toxiques autres que les métaux utilisés pour l'analyse rétrospective

Période considérée	Origine des données	Paramètre	Référence		Rejet	
			Concentration moyenne (mg/L)	Percentile 90 (mg/L)	Concentration moyenne (mg/L)	Percentile 90 (mg/L)
2011-2019	Surveillance hydroécologique	Hydrazine	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Acide borique	$3,0 \cdot 10^1$	$3,6 \cdot 10^1$	$3,0 \cdot 10^1$	$3,5 \cdot 10^1$
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Lithine*	$1,8 \cdot 10^{-1}$	/	/	/
2011-2019	Surveillance hydroécologique	Éthanolamine	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Détergents anioniques	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$< 2,0 \cdot 10^{-2}$	$< 2,0 \cdot 10^{-2}$
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Détergents cationiques	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Détergents non ioniques	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$	$5,8 \cdot 10^{-2}$
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Méthylamine	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Éthylamine	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Acide oxalique	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Acide acétique	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Acide glycolique	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Acide formique	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Bromoforme	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$
Mai-Août 2020	Mesures anticipatrices	Oxydants Résiduels Totaux	$6,3 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-1}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$

Période considérée	Origine des données	Paramètre	Référence		Rejet	
			Concentration moyenne (mg/L)	Percentile 90 (mg/L)	Concentration moyenne (mg/L)	Percentile 90 (mg/L)
/	/	ATMP	0,0	0,0	0,0	0,0
/	/	HEDP	0,0	0,0	0,0	0,0
/	/	Phosphites	0,0	0,0	0,0	0,0
/	/	Polyacrylate de sodium	0,0	0,0	0,0	0,0
/	/	Acide acrylique	0,0	0,0	0,0	0,0

* Pour ce paramètre, l'ensemble des valeurs mesurées étaient inférieures à la Limite de Quantification (LQ), que ce soit au point référence ou au point rejet, les valeurs indiquées au point référence sont donc issues de la bibliographie (Cf. [Tableau i](#)).

1.1.3.2. Concentrations initiales retenues pour l'évaluation des incidences substances par substance

Tableau f : Concentrations initiales des paramètres généraux de qualité d'eau utilisées pour l'évaluation de des incidences substance par substance

Paramètre	MES ⁺	Nitrates ²	Sulfates	Ammonium ³	Phosphates ⁴
Origine des données	Surveillance hydroécologique pérenne [2010-2019] station référence		Mesures anticipatrices 2020 station référence	Surveillance Agence de l'Eau Diélette [2010-2019]	
Unité	mg/L	mg/L	mg(SO ₄)/L	mg/L	mg/L
Nombre de valeurs	15	30	12	197	210
Min	8,5.10 ⁻¹	3,7.10 ⁻³	2,0.10 ³	3,6.10 ⁻⁴	3,8.10 ⁻³
Max	2,8.10 ¹	6,7.10 ⁻¹	2,9.10 ³	3,7.10 ⁻²	5,8.10 ⁻²
Moyenne inter annuelle	1,0.10 ¹	2,4.10 ⁻¹	2,6.10 ³	5,4.10 ⁻³	2,7.10 ⁻²
Rang pour percentile 90	8*	28	11	178	190
Percentile 90 théorique (règle de calcul)	8,3*	6,1.10 ⁻¹	2,9.10 ³	1,2.10 ⁻²	4,8.10 ⁻²
Percentile 90 retenu	8,3*	6,1.10 ⁻¹	2,9.10 ³	1,4.10 ⁻²	5,0.10 ⁻²

² Facteur de conversion [NO₃²⁻] en mg/L = [NO₃²⁻] en µmol/L x 0,062 (i.e. masse molaire (NO₃²⁻)/1 000).

³ Facteur de conversion [NH₄⁺] en mg/L = [NH₄⁺] en µmol/L x 0,018 (i.e. masse molaire (NH₄⁺)/1 000).

⁴ Facteur de conversion [PO₄³⁻] en mg/L = [PO₄³⁻] en µmol/L x 0,095 (i.e. masse molaire (PO₄³⁻)/1 000).

Paramètre		MES [*]	Nitrates ²	Sulfates	Ammonium ³	Phosphates ⁴
Origine des données		Surveillance hydroécologique pérenne [2010-2019] station référence		Mesures anticipatrices 2020 station référence	Surveillance Agence de l'Eau Diélette [2010-2019]	
Unité		mg/L	mg/L	mg(SO ₄)/L	mg/L	mg/L
Concentration Mensuelle	janvier	2,4.10 ¹	5,3.10 ⁻¹	2,7.10 ³	5,0.10 ⁻³	4,9.10 ⁻²
	février	2,4.10 ¹	5,3.10 ⁻¹	2,7.10 ³	3,6.10 ⁻³	5,0.10 ⁻²
	mars	7,2	5,3.10 ⁻¹	2,7.10 ³	3,2.10 ⁻³	3,8.10 ⁻²
	avril	2,4.10 ¹	2,9.10 ⁻¹	2,7.10 ³	5,0.10 ⁻³	2,5.10 ⁻²
	mai	2,4.10 ¹	5,3.10 ⁻¹	2,6.10 ³	3,7.10 ⁻³	1,4.10 ⁻²
	juin	1,1.10 ¹	6,8.10 ⁻²	2,7.10 ³	4,4.10 ⁻³	7,3.10 ⁻³
	juillet	2,4.10 ¹	5,3.10 ⁻¹	2,5.10 ³	3,1.10 ⁻³	6,7.10 ⁻³
	août	2,4.10 ¹	5,3.10 ⁻¹	2,7.10 ³	6,7.10 ⁻³	1,3.10 ⁻²
	septembre	1,0.10 ¹	1,7.10 ⁻¹	2,7.10 ³	1,4.10 ⁻²	2,4.10 ⁻²
	octobre	6,3	2,6.10 ⁻¹	2,7.10 ³	8,3.10 ⁻³	3,1.10 ⁻²
	novembre	2,4.10 ¹	5,3.10 ⁻¹	2,7.10 ³	4,3.10 ⁻³	3,8.10 ⁻²
	décembre	2,4.10 ¹	5,3.10 ⁻¹	2,7.10 ³	3,1.10 ⁻³	4,3.10 ⁻²
Moyenne trimestrielle printemps (mars-avril-mai)		1,1.10 ¹	4,8.10 ⁻¹	2,7.10 ³	3,9.10 ⁻³	2,6.10 ⁻²
Moyenne trimestrielle été (juin-juil.-août)		1,1.10 ¹	6,8.10 ⁻²	2,6.10 ³	4,6.10 ⁻³	8,9.10 ⁻³
Moyenne trimestrielle automne (sept.-oct.-nov.)		9,3	1,8.10 ⁻¹	2,7.10 ³	9,1.10 ⁻³	3,1.10 ⁻²
Moyenne trimestrielle hiver (déc.-janv.-fév.)		1,1.10 ¹	4,8.10 ⁻¹	2,7.10 ³	4,0.10 ⁻³	4,8.10 ⁻²

* Pour les MES, le percentile théorique est le percentile 50, conformément au SEQ-Eau.

** Les percentiles 90 retenus surlignés en bleu correspondent à la valeur maximale des concentrations moyennes mensuelles.

*** Les cases en rouge correspondent aux mois sans valeurs, pour lesquels la moyenne mensuelle (ou trimestrielle) maximale a été affectée.

**** Les valeurs < LQ ont été remplacées par la valeur de cette dernière pour le calcul de la moyenne mensuelle ou trimestrielle (cases surlignées en beige rosé).

Tableau g : Concentrations initiales des métaux totaux utilisées pour l'évaluation de des incidences substance par substance

Paramètre		Aluminium total	Fer total	Manganèse total	Zinc total
Origine des données		Mesures anticipatrices 2020 station référence			
Unité		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Nombre de valeurs		12	12	12	12
Min		$5,0 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$
Max		$1,4 \cdot 10^{-1}$	$3,6 \cdot 10^{-1}$	$2,1 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
Moyenne inter annuelle		$7,8 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-1}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$
Rang pour percentile 90		11	11	11	1,1E-02
Percentile 90 théorique (règle de calcul)		$1,3 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$
Percentile 90 retenu		$1,3 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
Concentration Mensuelle	janvier	$9,7 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
	février	$9,7 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
	mars	$9,7 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
	avril	$9,7 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
	mai	$9,7 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$
	juin	$8,5 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$
	juillet	$6,7 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$
	août	$7,4 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
	septembre	$9,7 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
	octobre	$9,7 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
	novembre	$9,7 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
	décembre	$9,7 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$

* Les percentiles 90 retenus surlignés en bleu correspondent à la valeur maximale des concentrations moyennes mensuelles.

** Les cases en rouge correspondent aux mois sans valeurs, pour lesquels la moyenne mensuelle maximale a été affectée.

*** Les valeurs < LQ ont été remplacées par la valeur de cette dernière pour le calcul de la moyenne mensuelle (cases surlignées en beige rosé).

Tableau h : Concentrations initiales des substances potentiellement toxiques utilisées dans l'analyse pour l'évaluation des incidences substance par substance

Paramètre		Acide borique	Détergents non ioniques	Détergents anioniques	Détergents cationiques	Détergents****	Bromoforme	Oxydants Résiduels Totaux
Origine des données		Mesures anticipatrices 2020 station référence						
Unité		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Nombre de valeurs		12	12	12	12	12	12	12
Min		2,3.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,0.10 ⁻⁴	1,0.10 ⁻²
Max		3,8.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,5.10 ⁻⁴	2,3.10 ⁻¹
Moyenne inter annuelle		3,0.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,0.10 ⁻⁴	6,3.10 ⁻²
Rang pour percentile 90		11	11	11	11	11	11	11
Percentile 90 théorique (règle de calcul)		3,5.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,0.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻¹
Percentile 90 retenu		3,6.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,2.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻¹
Concentration Mensuelle	janvier	3,6.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,2.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻¹
	février	3,6.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,2.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻¹
	mars	3,6.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,2.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻¹
	avril	3,6.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,2.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻¹
	mai	3,6.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,2.10 ⁻⁴	1,0.10 ⁻²
	juin	2,9.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,0.10 ⁻⁴	4,5.10 ⁻²
	juillet	2,8.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,0.10 ⁻⁴	7,0.10 ⁻²
	août	2,5.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,0.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻¹
	septembre	3,6.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,2.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻¹
	octobre	3,6.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,2.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻¹
	novembre	3,6.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,2.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻¹
	décembre	3,6.10 ¹	5,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹	1,7.10 ⁻¹	2,2.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻¹

* Les percentiles 90 retenus surlignés en bleu correspondent à la valeur maximale des concentrations moyennes mensuelles.

** Les cases en rouge correspondent aux mois sans valeurs, pour lesquels la moyenne mensuelle maximale a été affectée.

*** Les valeurs < LQ ont été remplacées par la valeur de cette dernière pour le calcul de la moyenne mensuelle (cases surlignées en beige rosé).

**** Sommes des détergents anioniques, cationiques et non ioniques.

Le tableau suivant présente les substances pour lesquelles l'ensemble des résultats obtenus sont inférieurs à la limite de quantification (l'indication « < LQ » signifie que toutes les valeurs sont inférieures au seuil de quantification indiqué) ou les substances pour lesquelles aucune donnée n'est disponible et qui ne sont pas naturellement présentes dans le milieu (Cf. [Paragraphe 1.1.2.2](#)).

Tableau i : Concentrations initiales considérées comme nulles pour les substances potentiellement toxiques autres que les métaux et utilisés pour l'évaluation de des incidences substance par substance

Substance	Origine des données	Nombre de valeurs	Périodes disponibles	Justification	C _{initiale}
Hydrazine	Mesures anticipatrices	12	Mai-Août 2020	< LQ = 20 µg/L	0
Éthanolamine	Mesures anticipatrices	12	Mai-Août 2020	< LQ = 2 mg/L	0
Méthylamine	Mesures anticipatrices	12	Mai-Août 2020	< LQ = 100 mg/L	0
Éthylamine	Mesures anticipatrices	12	Mai-Août 2020	< LQ = 100 mg/L	0
Acide oxalique	Mesures anticipatrices	12	Mai-Août 2020	< LQ = 5 mg/L	0
Acide acétique	Mesures anticipatrices	12	Mai-Août 2020	< LQ = 5 mg/L*	0
Acide glycolique	Mesures anticipatrices	12	Mai-Août 2020		0
Acide formique	Mesures anticipatrices	12	Mai-Août 2020	< LQ = 5 mg/L	0
ATMP	Pas de données	/	/	/	0
HEDP	Pas de données	/	/	/	0
Phosphites	Pas de données	/	/	/	0
Polyacrylate de sodium	Pas de données	/	/	/	0
Acide acrylique	Pas de données	/	/	/	0

* La valeur s'applique à la mesure acide acétique+glycolique : composés non séparables par chromatographie.

Le tableau suivant présente les concentrations retenues pour les paramètres n'ayant pu être quantifiés via les mesures anticipatrices (ensemble des valeurs < LQ). Ces valeurs sont issues de grilles de qualité d'eau.

Tableau j : Concentration initiales des paramètres non quantifiés lors des mesures anticipatrices

Substance	Valeur (mg/L)	Source / justification
Lithine	$1,8 \cdot 10^{-1}$	Li, 1991 ⁵
Chrome total	$3,0 \cdot 10^{-4}$	Médiane des mesures effectuées dans le cadre du Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) à Honfleur
Cuivre total	$2,5 \cdot 10^{-3}$	Médiane des mesures effectuées dans le cadre du RNO à Honfleur
Nickel total	$2,8 \cdot 10^{-3}$	Médiane des mesures effectuées dans le cadre du RNO à Honfleur
Plomb total	$2,5 \cdot 10^{-4}$	Médiane des mesures effectuées dans le cadre du RNO à Honfleur

1.2. DÉBITS DE REJET RETENUS

Le débit de rejet retenu pour les évaluations des incidences sur l'environnement et des risques sanitaires des rejets chimiques varie en fonction de la substance rejetée et de l'émissaire de rejet :

- **Résidus de chloration** : les résidus de chloration sont rejetés par toutes les galeries de rejet (réacteurs 1, 2 et 3).
- **Produits autres que les résidus de chloration** : les autres substances sont rejetées uniquement par la galerie de rejet du réacteur 1 ou du réacteur 2.

Dans le cadre de l'**approche moyenne**, un débit de rejet moyen est défini pour les deux types de substances. Dans le cadre de l'**approche maximale**, un débit de rejet minimal est également défini pour les deux types de substances.

⁵ Li. Grille de composition générale de l'eau de mer. 1991.

1.2.1. DÉBIT NOMINAL DES POMPES

Les capacités nominales des pompes assurant la circulation d'eau dans les différents circuits de refroidissement sont les suivantes :

Tableau k : Capacités nominales des pompes des circuits de refroidissement sur le site de Flamanville

Réacteur	Pompe	Débit requis de chaque pompe (m ³ /s)
Réacteur 1 ou 2	CRF	21,5
	CTE	0,022
	SEC	0,83
	CFI	0,1
EPR	CRF	30,5
	CTE	0,033
	SEC	1,14
	CFI	0,21 *
	SEN	1,47
	SRU	0,19

* Débit total du système CFI en fonctionnement normal (deux pompes basse pression des voies d'eau centrales 2 et 3)

1.2.2. DÉBITS CONSIDÉRÉS POUR LES SUBSTANCES ISSUES DE LA CHLORATION

1.2.2.1. Débit moyen

Pour les réacteurs 1 et 2, les données fournies par le CNPE montrent que 58,5 % du temps quatre pompes CRF sont en fonctionnement sur la période [2010-2019], ce qui correspond à deux réacteurs en fonctionnement à pleine puissance.

Ainsi, pour le calcul des concentrations moyennes ajoutées aux eaux de refroidissement (approche chronique), le scénario considéré est le suivant :

- Réacteurs 1 et 2 en fonctionnement : le débit moyen pour les réacteurs 1 et 2 a été calculé en considérant deux réacteurs en fonctionnement, soit quatre pompes CRF et deux pompes SEC en service pour les deux réacteurs.

$$Q_{moyen} = 4 \times \text{débit CRF} + 2 \times \text{débit SEC} + 2 \times \text{débit CTE} + 4 \times \text{débit CFI} = 4 \times 21,5 + 2 \times 0,83 + 2 \times 0,022 + 4 \times 0,1 = 88,104 \text{ m}^3/\text{s}$$

→ arrondi à 88 m³/s.

- Réacteur EPR en fonctionnement :

$$Q_{moyen} = 2 \times \text{débit CRF} + 2 \times \text{Pompes SEC} + 2 \times \text{débit SEN} + 1 \times \text{débit CTE} + 1 \times \text{débit CFI basses pressions} = 2 \times 30,5 + 2 \times 1,14 + 2 \times 1,47 + 1 \times 0,033 + 1 \times 0,21 = 66,463 \text{ m}^3/\text{s}$$

→ Afin de rester dans une démarche majorante, l'arrondi est fixé à 66 m³/s.

Le débit moyen de rejet retenu pour les résidus de chloration du site de Flamanville est donc fixé à 154 m³/s (somme des débits de rejet).

1.2.2.2. Débit minimal

Les données de fonctionnement des pompes CRF sur 10 ans des réacteurs 1 et 2 montrent qu'au minimum deux pompes CRF sont en service. Le tableau ci-dessous montre les statistiques descriptives sur le nombre de pompes CRF en service des réacteurs 1 et 2.

Tableau I : Statistiques descriptives du nombre de pompes en fonctionnement du cumul des réacteurs 1 et 2 du CNPE de Flamanville

Nombre de pompes CRF (X)	Équivalent en nombre de réacteurs	Nombre d'heures avec X pompes en service (h)	Proportion approximative du temps où il y a X pompes en service (%)	Proportion du temps où on a X pompes ou moins en service (%)
0	0	14	0,0002	0,0002
1	0,5	918	1	1
2	1	18 970	21,7	22,7
3	1,5	16 502	18,8	41,5

Afin de se situer dans un scénario pire cas réaliste, le scénario considéré est le suivant :

- Réacteurs 1 et 2 en fonctionnement réduit : le débit minimal pour les réacteurs 1 et 2 a été calculé en considérant deux pompes CRF et deux pompes SEC en service.

$$\begin{aligned}
 Q_{min} &= 2 \times \text{débit CRF} + 2 \times \text{débit SEC} + 2 \times \text{débit CTE} + 2 \times \text{débit CFI} \\
 &= 2 \times 21,5 + 2 \times 0,83 + 2 \times 0,022 + 2 \times 0,1 = 44,904 \text{ m}^3/\text{s} \\
 &\rightarrow \text{arrondi à } 45 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

- Réacteur EPR en fonctionnement réduit :

$$\begin{aligned}
 Q_{mini} &= 1 \times \text{débit CRF} + 2 \times \text{débit SEC} + 2 \times \text{débit SEN} + 1 \times \text{débit CFI basses pressions} \\
 &= 1 \times 30,5 + 2 \times 1,14 + 2 \times 1,47 + 1 \times 0,21 = 35,93 \text{ m}^3/\text{s} \\
 &\rightarrow \text{arrondi à } 36 \text{ m}^3/\text{s}.
 \end{aligned}$$

Le débit minimal de rejet retenu pour les résidus de chloration du site de Flamanville est donc fixé à 81 m³/s (somme des débits de rejet).

1.2.3. DÉBITS DÉFINIS POUR LES SUBSTANCES AUTRES QUE LES RÉSIDUS DE CHLORATION

Les produits chimiques associés aux effluents radioactifs des trois réacteurs du site de Flamanville sont rejetés via la galerie de rejet du réacteur 1 ou du réacteur 2. Les produits chimiques autres (notamment réseau SEO, STEP) sont rejetés :

- soit dans le canal d'amenée et sont donc repris sans distinction par les circuits CRF avant d'être rejetés en mer via les galeries de rejet sous-marines ;
- soit directement en mer via ces mêmes galeries.

L'hypothèse conservatrice qu'un seul réacteur rejette l'ensemble des produits chimiques a été prise.

1.2.3.1. Débit moyen

Les rejets des substances chimiques autres que chloration se font dans l'un ou l'autre des bassins. Les données fournies par le site montrent que 78 % du temps deux pompes CRF sont en fonctionnement sur le réacteur 1 sur la période [2010-2019] et 78,5 % du temps sur le réacteur 2.

Ainsi, pour le calcul des concentrations moyennes ajoutées aux eaux de refroidissement (approche chronique), le scénario considéré est le suivant :

- Réacteurs 1 ou 2 en fonctionnement : le débit moyen pour les réacteurs 1 et 2 a été calculé en considérant deux pompes CRF et une pompe SEC en service.

$$Q_{moyen} = 2 \times \text{débit CRF} + 1 \times \text{débit SEC} + 1 \times \text{débit CTE} + 2 \times \text{débit CFI basse pression}$$

$$= 2 \times 21,5 + 1 \times 0,83 + 1 \times 0,022 + 2 \times 0,1 = 44,052 \text{ m}^3/$$

→ arrondi à 44 m³/s ;

Le débit moyen de rejet pour les substances autres que les résidus de chloration du site de Flamanville est donc fixé à 44 m³/s.

1.2.3.2. Débit minimal

Les données de fonctionnement des pompes CRF sur 10 ans des réacteurs 1 et 2 montrent qu'au minimum une pompe CRF est en service. Le tableau ci-dessous montre les statistiques descriptives sur le nombre de pompes CRF en service des réacteurs 1 et 2. Lorsqu'un réacteur n'a aucune pompe CRF en fonctionnement, l'autre réacteur a forcément *a minima* une pompe CRF en fonctionnement (les quatre pompes se sont arrêtées en même temps seulement 0,0002 % du temps sur la période [2010-2019]).

Tableau m : Statistiques descriptives du nombre de pompes en fonctionnement des réacteurs 1 et 2 séparées sur le CNPE de Flamanville

Réacteur	Nombre de pompes CRF (X)	Nombre d'heures avec X pompes en service (h)	Proportion approximative du temps où il y a X pompes en service (%)
Réacteur 1	1	11 543	13,2 %
	2	68 316	78 %
Réacteur 2	1	7 461	8,5 %
	2	68 772	78,5 %

Afin de se situer dans un scénario pire cas réaliste, le scénario considéré est le suivant :

- Réacteurs 1 et 2 en fonctionnement réduit : le débit minimal pour les réacteurs 1 et 2 a été calculé en considérant une pompe CRF et une pompe SEC en service.

$$Q_{min} = 1 \times \text{débit CRF} + 1 \times \text{débit SEC} + 1 \times \text{débit CFI} + 1 \times \text{CTE}$$

$$= 1 \times 21,5 + 1 \times 0,83 + 1 \times 0,1 + 1 \times 0,022 = 22,452 \text{ m}^3/\text{s}$$

→ arrondi à 22,5 m³/s ;

Le débit minimal de rejet pour les substances autres que les résidus de chloration du site de Flamanville est donc fixé à 22,5 m³/s.

1.2.4. SYNTHÈSE DES DÉBITS CONSIDÉRÉS

Résumé des hypothèses

	Fonctionnement moyen	Fonctionnement réduit
Résidus de chloration	Substances rejetées par les trois réacteurs : Réacteurs 1 et 2 REX : deux pompes CRF en fonctionnement par réacteur Réacteur 3 : fonctionnement moyen prévu 154 m³/s	Substances rejetées par les trois réacteurs : Réacteurs 1 et 2 REX : une pompe CRF en fonctionnement par réacteur Réacteur 3 : fonctionnement minimal prévu 81 m³/s
Substances autres que les résidus de chloration	Substances rejetées par le réacteur 1 ou le réacteur 2 : Réacteurs 1 et 2 : deux pompes CRF en fonctionnement par réacteur 44 m³/s	Substances rejetées par le réacteur 1 ou le réacteur 2 : Réacteurs 1 et 2 : une pompe CRF en fonctionnement par réacteur 22,5 m³/s

1.3. COEFFICIENTS DE DILUTION DES REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES ET RADIOACTIFS LIQUIDES RETENUS

1.3.1. INTRODUCTION

Les coefficients de dilution sont déduits de la modélisation des rejets thermiques (Cf. [Chapitre 4](#)) et sont utilisés pour l'évaluation de l'impact dosimétrique à l'homme lié aux rejets d'effluents radioactifs liquides et pour l'évaluation des risques sanitaires liés aux rejets d'effluents chimiques liquides. En effet, ceux-ci sont effectués en mer par les galeries de rejets tel que décrit au [Chapitre 2](#). Il en va de même pour l'analyse des incidences des rejets liquides sur la chimie, la physico-chimie et les différents compartiments biologiques de l'écosystème marin et pour l'évaluation prospective du risque environnemental des rejets d'effluents radioactifs liquides sur l'écosystème marin.

Le coefficient de dilution en un point considéré est défini comme le rapport entre l'échauffement résiduel calculé en ce point par le modèle 3D (Cf. [Paragraphe 4.2.2 du Chapitre 4](#)) et l'échauffement imposé au rejet. La modélisation du panache thermique ne tenant pas compte des échanges atmosphériques, ce coefficient adimensionnel est considéré comme représentatif de la dilution de l'ensemble des rejets d'effluents liquides effectués par les galeries de rejet en mer.

Les hypothèses prises en compte pour l'évaluation de ces coefficients sont les suivantes :

- fonctionnement normal aux limites des réacteurs 1 et 2 (débit de rejet = 45 m³/s ; échauffement = 15°C) ;
- fonctionnement normal aux limites du réacteur 3 (débit de rejet = 58 m³/s ; échauffement = 14°C).

Le coefficient de dilution varie en fonction de la substance rejetée et de l'émissaire de rejet :

- **Résidus de chloration** : les résidus de chloration sont rejetés par toutes les galeries de rejet. Pour ces substances, le coefficient de dilution est déterminé à travers les résultats de modélisation du panache thermique des trois réacteurs en fonctionnement.
- **Produits autres que les résidus de chloration** :
 - les produits radioactifs ainsi que les produits chimiques associés aux effluents radioactifs de tous les réacteurs, y compris le réacteur 3 (les rejets radioactifs liquides du réacteur 3 se font via les galeries de rejet des réacteurs 1 ou 2, et non par celle du réacteur 3), sont rejetés via la galerie de rejet du réacteur 1, ou du réacteur 2 lorsque le réacteur 1 est à l'arrêt ;
 - les produits chimiques autres (rejets de la station de déminéralisation et les rejets via SEO) sont rejetés dans le canal d'amenée et sont donc repris sans distinction par les trois circuits de refroidissement avant d'être rejetés en mer. Pour ces produits, l'étude d'impact est faite de façon conservative en supposant qu'un seul réacteur rejette l'ensemble des produits chimiques ;
Pour ces substances, le coefficient de dilution associé au fonctionnement d'un seul réacteur sera assimilé au coefficient de dilution des réacteurs 1 et 2 en fonctionnement, ce qui constitue une approche majorante.

1.3.2. COEFFICIENT DE DILUTION POUR L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Dans le cadre de l'étude de l'impact sanitaire des rejets liquides du site de Flamanville, le coefficient de dilution est déterminé en **champ proche**, à 500 m des rejets et en **champ plus lointain**, au niveau des premières plages soumises à l'impact des rejets du site.

- **En champ proche** :
 - **Résidus de chloration** : pour ces substances, la valeur du coefficient de dilution en champ proche, à 500 m des rejets, est obtenue en divisant la valeur maximale de l'échauffement moyen (sur la durée de la marée) calculé à 500 m des rejets pour l'ensemble des marées simulées pour les trois réacteurs du site en fonctionnement, par l'échauffement moyen au rejet.
La valeur maximale (spatiale) des échauffements moyens à 500 m pour trois réacteurs en fonctionnement, obtenue pour une marée de morte-eau exceptionnelle (coefficient 30) est de 1,9°C (Cf. [Paragraphe 4.2.2.2.1.2.1 du Chapitre 4](#)).

Le coefficient de dilution est évalué comme le rapport entre cette température à 500 m et l'échauffement moyen au rejet. Dans la configuration où les trois réacteurs fonctionnent à 100 %, cet échauffement moyen est calculé par (avec Q_{rejet} = débit de rejet et ΔT = échauffement) :

$$\frac{\sum(Q_{rejet} \times \Delta T)}{\sum Q_{rejet}} = \frac{(45 \times 15) + (45 \times 15) + (58 \times 14)}{45 + 45 + 58} = 14,6^{\circ}C$$

Le coefficient de dilution en champ proche, calculé pour les résidus de chloration avec trois réacteurs en fonctionnement vaut donc : $1,9 / 14,6 = 0,13$.

- Produits autres que les résidus de chloration : la valeur du coefficient de dilution en champ proche, à 500 m des rejets, est obtenue en divisant la valeur maximale de l'échauffement moyen calculé à 500 m des rejets pour les réacteurs 1 et 2 du CNPE en fonctionnement pour l'ensemble des marées simulées, par l'échauffement au rejet (ici $15^{\circ}C$ car identique pour les deux réacteurs).

La valeur maximale des échauffements moyens (sur le cycle de marée) à 500 m pour deux réacteurs en fonctionnement, obtenue pour une marée de morte-eau (coefficient 30) est de $1,7^{\circ}C$ (Cf. [Paragraphe 4.1.3.2.2.2 du Chapitre 4](#)).

Le coefficient de dilution en champ proche, calculé pour les produits autres que résidus de chloration avec deux réacteurs en fonctionnement vaut donc : $1,7 / 15 = 0,11$

Calcul du coefficient de dilution pour le réacteur 3 uniquement : La valeur maximale des échauffements moyens (sur le cycle de marée) à 500 m du rejet, pour le seul fonctionnement du réacteur 3, obtenue pour une marée de morte-eau (coefficient 30) est de $1,4^{\circ}C$ (Cf. [Paragraphe 4.2.2.2.1.2.2 du Chapitre 4](#)). Ainsi, le coefficient de dilution en champ proche, calculé pour les rejets du réacteur 3 en fonctionnement normal vaut : $1,4 / 14 = 0,10$.

- **En champ lointain** : le « champ lointain » correspond aux premières plages où les populations peuvent être exposées via la baignade aux rejets du site. La plage considérée pour ce calcul est celle de Diélette, au nord du site :
 - Résidus de chloration : pour ces substances, le coefficient de dilution est calculé à partir de la valeur maximale des échauffements moyens (sur le cycle de marée) à la première plage impactée par les rejets (Diélette) pour trois réacteurs en fonctionnement. Cette valeur, de $1,2^{\circ}C$, est obtenue pour une marée de morte-eau (coefficient 30) et conduit à un coefficient de dilution en champ lointain, calculé pour les résidus de chloration avec 3 réacteurs en fonctionnement, de : $1,2 / 14,6 = 0,08$.
 - Produits autres que les résidus de chloration : pour ces substances, le coefficient de dilution est calculé à partir de la valeur maximale des échauffements moyens (sur le cycle de marée) à la première plage impactée par les rejets (Diélette) pour deux réacteurs en fonctionnement. Cette valeur, de $0,9^{\circ}C$, est obtenue pour une marée de morte-eau (coefficient 30) et conduit à un coefficient de dilution en champ lointain, calculé pour les produits autres que les résidus de chloration avec deux réacteurs en fonctionnement, de : $0,9 / 15 = 0,06$.
 - Calcul du coefficient de dilution pour le réacteur 3 : la valeur maximale des échauffements moyens (sur le cycle de marée) au niveau de la plage de Diélette, pour le seul fonctionnement du réacteur 3, obtenue pour une marée de morte-eau (coefficient 30), est de $0,4^{\circ}C$. Ainsi, le coefficient de dilution en champ lointain, calculé pour les rejets du réacteur 3 en fonctionnement normal vaut : $0,4 / 14 = 0,03$.

1.3.3. COEFFICIENT DE DILUTION POUR L'ANALYSE DES INCIDENCES SUR L'ÉCOSYSTÈME MARIN

Dans le cadre de l'analyse des incidences des rejets d'effluents chimiques et radioactifs liquides sur l'écosystème marin, on caractérise le « **champ proche** » comme une zone suffisamment proche pour être sous l'influence des rejets mais suffisamment éloignée pour présenter une bonne homogénéité de la masse d'eau et un temps de séjour non négligeable des organismes vivants.

Ainsi, les valeurs maximales (spatiales et pour les différentes conditions de marée) de l'échauffement moyen (sur la durée de la marée) ont été analysées pour les différents points de surveillance de l'environnement ainsi qu'à 1 500 m des rejets. Les valeurs les plus pénalisantes étant obtenue à 1 500 m des rejets, cette distance a été retenue pour le calcul des coefficients de dilution pour les différentes substances.

- Résidus de chloration : pour ces substances, le coefficient de dilution est calculé à partir de la valeur maximale des échauffements moyens (sur le cycle de marée) à 1 500 m des rejets pour trois réacteurs en fonctionnement. Cette valeur, de 1,7°C, est obtenue pour une marée de morte-eau (coefficient 30) et conduit à un coefficient de dilution à 1 500 m des rejets, calculé pour les résidus de chloration avec trois réacteurs en fonctionnement, de : $1,7 / 14,6 = 0,12$.
- Produits autres que les résidus de chloration : pour ces substances, le coefficient de dilution est calculé à partir de la valeur maximale des échauffements moyens (sur le cycle de marée) à 1 500 m des rejets pour les réacteurs 1 et 2 en fonctionnement. Cette valeur, de 1,3°C, est obtenue pour une marée de morte-eau (coefficient 30) et conduit à un coefficient de dilution à 1 500 m des rejets, calculé pour les produits autres que les résidus de chloration avec deux réacteurs en fonctionnement, de : $1,3 / 15 = 0,09$.
- Calcul du coefficient de dilution pour le réacteur 3 : la valeur maximale des échauffements moyens (sur le cycle de marée) à 1 500 m des rejets, pour le seul fonctionnement du réacteur 3, obtenue pour une marée de morte-eau (coefficient 30) est de 1,1°C. Ainsi, le coefficient de dilution à 1 500 m des rejets, calculé pour les rejets du réacteur 3 en fonctionnement normal vaut : $1,1 / 14 = 0,08$.

L'ensemble des coefficients de dilution est résumé dans le [Tableau n.](#)

Tableau n : Coefficients de dilution utilisés pour l'analyse de l'impact sanitaire et environnemental des rejets du site de Flamanville pour le fonctionnement des trois réacteurs du site et pour le fonctionnement du réacteur 3 uniquement

Fonctionnement du site et substances rejetées	Coefficient de dilution		
	En champ proche à 500 m des rejets	À 1 500 m des rejets	En champ lointain (première plage)
Réacteurs 1 et 2 en fonctionnement normal Produits autres que les résidus de chloration (radioactifs et chimiques associés, produits chimiques autres)	0,11	0,09	0,06
Réacteurs 1, 2 et 3 en fonctionnement normal Résidus de chloration (circuit de refroidissement)	0,13	0,12	0,08
Réacteur 3 en fonctionnement normal	0,10	0,08	0,03

1.4. VALEURS DES LIMITES DE CLASSES D'ÉTAT DE L'ARRÊTÉ DU 25 JANVIER 2010 MODIFIÉ

1.4.1. PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES GÉNÉRAUX

Le paramètre physico-chimique suivi dans le cadre de la surveillance hydroécologique du CNPE et comparable aux critères de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié⁶ est la transparence (déterminée à partir des mesures de turbidité en FNU).

Le tableau ci-dessous présente la grille de qualité pour le paramètre chlorophylle a.

Tableau o : Grille de qualité pour le paramètre transparence

Indicateurs (unité)	Limites des classes d'état		
	Très bon	Bon	Inférieur à bon
Transparence (FNU) – Écotype 1*	< 7	[7–14[≥ 14

* Flamanville (FRHC04) : Écotype 1.

1.4.2. COMPARTIMENTS BIOLOGIQUES

Le paramètre physico-chimique suivi dans le cadre de la surveillance hydroécologique du CNPE et comparable aux critères de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié est la chlorophylle a.

Le tableau ci-dessous présente la grille de qualité pour le paramètre chlorophylle a.

Tableau p : Grille de qualité pour le paramètre chlorophylle a – Eaux côtières

Indicateurs	Limites des classes d'état				
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Chlorophylle a – EQR	[1–0,76[[0,76–0,33[[0,33–0,17[[0,17–0,08[[0,08–0,00]

EQR = Ecological Quality Ratio. La valeur de référence pour le percentile 90 de la chlorophylle a en Manche Atlantique (façade de la masse d'eau FRHC04 étudiée) est de 3,33 µg/L.

⁶ Arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.

1.5. VALEURS RÉGLEMENTAIRES, VALEUR DE RÉFÉRENCE ET VALEURS GUIDES

- **Grille de qualité d'eau de mer CQEL (1993)**

Tableau q : Grille de qualité d'eau de mer CQEL

Substance	Classe 1A	Classe 1B	Classe 2	Classe 3
MES (mg/L)	< 5	5-10	10-20	20-30
Nitrates (mg/L)	< 0,5	0,5-1	1-2	2-3
Ammonium (mg/L)	< 0,02	0,02-0,05	0,05-0,1	0,1-0,15
Phosphates (mg/L)	< 0,03	0,03-0,06	0,06-0,1	0,1-0,2
Détergents (µg/L)	< 10	10-15	15-30	30-100

Nota : il n'existe pas de valeurs de référence de qualité d'eau en milieu marin pour les sulfates.

- **NQE**

Tableau r : NQE en eau de mer

Substance	NQE-MA* (mg/L)	NQE-CMA** (mg/L)
Plomb et ses composés	0,0013	0,014
Nickel et ses composés	0,0086	0,034

* NQE-MA : Norme de Qualité Environnementale - Moyenne annuelle.

** NQE-CMA : Norme de Qualité Environnementale exprimée en Concentration Maximale Admissible.

1.6. PNEC ET DONNÉES ÉCOTOXICOLOGIQUES

1.6.1. PNEC (PREDICTED NO EFFECT CONCENTRATION)

1.6.1.1. Acide borique

Les PNEC présentées ci-dessous sont issues d'un travail réalisé par EDF R&D à partir d'une recherche bibliographique en 2005 et d'un rapport européen d'évaluation du risque publié en 2008 par l'ECHA dans le cadre de la réglementation sur les substances existantes (Règlement 1907/2006). Ce rapport reste à ce jour l'analyse la plus complète sur les risques associés à l'acide borique⁷.

L'ensemble des données écotoxicologiques concernant les algues, les vertébrés (poissons) et invertébrés ont été recensées. Les principales valeurs écotoxicologiques chroniques et aiguës les plus basses, sélectionnées comme recevables (dont celles classées Klimisch 1 par l'ECHA), sont présentées par groupe taxonomique dans le tableau ci-après.

⁷ European Chemical Agency (ECHA), Transitional Annex XV Dossier - Boric acid. 2009.

Tableau s : Données écotoxicologiques de l'acide borique

Compartiment	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg Ac Borique/L)	Source
Données chroniques				
Poissons	<i>Brachydanio rerio</i>	NOEC – 34 j	10,3	Hoofman et al., 2000 – UE 2008
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	NOEC – 21 j	57	Hoofman et al., 2000 – UE 2008
Algues	<i>Selenastrum capricornutum</i>	NOEC – 72 h	100	Hanstveit and Oldersma, 2000 – UE 2008
Données aiguës				
Poissons	<i>Xyrauchen texanus</i> <i>Gila elegans</i>	CL50 – 96 h	572	Bringmann et Kuhn, 1977
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	CE50 – 48 h	760	Gersich, 1984
Algues	<i>Selenastrum capricornutum</i>	CE50 – 72 h	300	Hanstveit and Oldersma, 2000 – UE 2008

PNEC chronique par facteur d'évaluation – Eaux douces

À partir de ces valeurs, la méthode des facteurs d'incertitude présentée dans les guides techniques de l'ECHA est appliquée. Le jeu de données chroniques valides disponibles couvrant les trois groupes taxonomiques requis, un facteur 10 est appliqué sur la plus faible des trois valeurs (dans le cas présent, la valeur obtenue sur le poisson : NOEC = 10,3 mg/L). La valeur de la **PNEC chronique en eau douce de l'acide borique** calculée conformément aux recommandations de l'ECHA est donc égale à **1,03 mg/L**. Cette PNEC est également proposée par l'ECHA. Cette PNEC permet la correction par le fond géochimique présent sur le site, le calcul d'IR se fera avec la concentration ajoutée dans le milieu.

PNEC aiguë par facteur d'évaluation – Eaux douces

Concernant la PNEC aiguë, la méthode des facteurs d'incertitude présentée dans le guide technique de l'ECHA est utilisée. Un facteur 100 est appliqué sur la plus faible valeur aiguë recensée (dans le cas présent, la valeur obtenue sur l'algue : CE50 = 300 mg/L). **La PNEC aiguë en eau douce pour l'acide borique** est égale à **3 mg/L**. Cette PNEC permet la correction par le fond géochimique présent sur le site, le calcul d'IR se fera avec la concentration ajoutée dans le milieu.

PNEC aiguë statistique – Eaux douces

Concernant l'acide borique, le jeu de données écotoxicologiques aiguës est suffisamment large pour la détermination d'une PNEC aiguë via une méthode statistique. On applique alors la méthode SSD (Species Sensitivity Distribution). En utilisant 66 données aiguës validées concernant le bore réparties sur 22 espèces, on obtient une HC5_5 % de 11,8 mg/L.

En cas de recours à une évaluation itérée, la valeur de PNEC aiguë en eau douce du bore issue d'un calcul statistique (SSD) sur l'ensemble des valeurs disponibles validées est donc de 11,8 mg/L, soit une **PNEC aiguë eau douce en acide borique** utilisée dans l'étude d'impact de $11,8 \times 5,72 = 67,5$ mg/L.

PNEC chronique et aiguë – Eaux marines

Le bore est un métalloïde naturellement présent dans l'eau de mer principalement sous forme d'acide borique. La concentration moyenne en mer est de 25,6 mg/L en acide borique (environ 4,5 mg/L de bore). Les organismes du milieu marin sont donc mieux adaptés et moins sensibles à l'exposition au bore. Aux teneurs rejetées, ce n'est donc pas un élément toxique pour l'écosystème marin. Cependant, **les PNEC eaux douces peuvent également être utilisées pour le compartiment marin.**

1.6.1.2. Hydrazine

Les PNEC présentées ci-dessous ont été établies à partir d'une recherche bibliographique des données écotoxicologiques disponibles dans la littérature en 2006 (travail soumis pour contre-expertise à l'INERIS), complétée par l'acquisition de deux études réalisées par Arkema (Currenta, 2010a et 2010b). Quelques valeurs écotoxicologiques chroniques et aiguës les plus basses, sélectionnées comme recevables après lecture des publications, sont présentées par groupe taxonomique dans le tableau ci-après.

Tableau t : Données écotoxicologiques de l'hydrazine

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Référence/source
Données chroniques				
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	NOEC – 21 j	0,013	Currenta, 2010 (Arkema) - Klimisch 1
Algues	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	CE10 – 48 h	0,004	Currenta, 2010 (Arkema) - Klimisch 1
	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	NOEC – 72 h	0,001	Harrah, 1978
	<i>Dunaliella tertiolecta (sp. marine)</i>	NOEC – 6 j	0,0001	Dixon et al., 1979
	<i>Chlorella stigmatophora (sp. marine)</i>	NOEC – 6 j	0,005	Dixon et al., 1979
Données aiguës				
Poissons	<i>Ictalurus punctatus</i>	CL50 – 96 h	1	Fisher et al., 1980, Anonymous, 1998, UE, 2001, Dose, 1998, Richardson, 1992
	<i>Lepomis macrochirus</i>	CL50 – 96 h	1,08	Fisher et al., 1978 et 1980
	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	CL50 – 96 h	1,12	Fisher et al., 1980
	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	CL50 – 96 h	3,4	Harrah, 1978, Klein and Jenkins, 1978
	<i>Poecilia reticulata</i>	CL50 – 96 h	3,85	Slonim, 1977
	<i>Pimephales promelas</i>	CL50 – 96 h	0.61	Slonim, 1986
Amphibiens	<i>Ambystoma opacum</i> <i>Ambystoma maculum</i>	CL50 – 96 h	2,12	Slonim, 1986
Invertébrés	<i>Hyalella azteca</i>	CE50 – 48 h	0,04	Fisher et al., 1980, Anonymous, 1998
	<i>Daphnia pulex</i>	CE50 – 48 h	0,16	Velte, 1984
	<i>Asillidae</i>	CE50 – 72 h	1,3	Fisher et al., 1980, Anonymous, 1998
	<i>Gammarus pseudolimneaus</i>	CE50 – 96 h	0,7	Brooke, 1987
Algues	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	CE50 – 48 h	0,017	Currenta, 2010a (Arkema) - Klimisch 1
	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	CE50 – 72 h	0,006	Harrah, 1978
	<i>Dunaliella tertiolecta (sp. marine)</i>	CE50 – 6 j	0,0004	Dixon et al., 1979
	<i>Chlorella stigmatophora (sp. marine)</i>	CE50 – 6 j	0,01	Dixon et al., 1979
	<i>Chlorella stigmatophora (sp. marine)</i>	CE50 – 6 j	0,01	Dixon et al., 1979

PNEC chronique statistique – Eaux douces

La PNEC chronique issue des calculs statistiques prend en compte 93 données écotoxicologiques réparties sur 22 espèces. La méthode statistique ACT-SSWD permet de calculer une HC5_5 % qui protège 95 % des espèces avec un indice de confiance de 95 %. C'est cette valeur de HC5_5 % qui représente la PNEC statistique. En utilisant l'ensemble des données concernant l'hydrazine sur espèces d'eau douce, on obtient une HC5_5 %, soit une **PNEC chronique statistique de l'hydrazine de 3,7 µg/L**. Cette PNEC peut être utilisée de manière enveloppe en approche maximale pour le calcul d'un Indice de Risque (IR) aigu mais reste majorante.

PNEC chronique par facteur d'évaluation – Eaux marines

Selon les guides techniques européens le facteur d'extrapolation pour la PNEC chronique en milieu marin est plus important qu'en eau douce. Ceci se justifie par le fait que les réseaux trophiques dans les écosystèmes marins sont souvent plus complexes que ceux des eaux douces. Disposant de tests chroniques sur deux niveaux trophiques (algues et daphnies), le facteur d'extrapolation est de 500. Dans le cas de l'hydrazine, étant donné que cette substance n'est pas bioaccumulable et qu'elle n'est pas persistante, il est proposé d'abaisser le facteur d'extrapolation à 100. Ce facteur d'extrapolation s'applique à la plus faible NOEC ou CE10 parmi les espèces marines et d'eau douce. Pour des raisons de pertinence écologique, on privilégiera ici la valeur de 0,0001 mg/L obtenue sur l'algue marine *Dunaliella tertiolecta* bien qu'elle soit classée Klimisch 2, plutôt que la valeur de 0,004 mg/L obtenue pour l'algue d'eau douce *Scenedesmus subspicatus* (classée Klimisch 1). **La PNEC chronique en eau marine de l'hydrazine est donc égale à $0,0001/100 = 0,000001$ mg/L soit 1 ng/L.**

PNEC aiguë par facteur d'évaluation – Eaux marines

Selon la méthode des facteurs d'incertitude des guides de l'ECHA, la PNEC aiguë est obtenue par application d'un facteur d'extrapolation de 100 sur la plus faible CE50. L'espèce la plus sensible en eau marine est l'algue *Dunaliella tertiolecta*. **La PNEC aiguë en eau marine de l'hydrazine est donc de $0,4/100 = 0,004$ µg/L soit 4 ng/L.**

PNEC chronique statistique – Eaux marines

En suivant l'approche recommandée par l'ECHA, la PNEC chronique statistique en eau marine est dérivée de la PNEC chronique statistique en eau douce en appliquant un facteur 10 supplémentaire. **La PNEC chronique statistique en eau marine est donc de $3,7/10 = 0,3$ µg/L soit 370 ng/L.**

1.6.1.3. Éthanolamine

Les PNEC présentées ci-dessous ont été établies à partir d'une recherche bibliographique des données écotoxicologiques disponibles dans la littérature en 2006. Ce travail effectué par EDF R&D a été soumis pour contre-expertise à l'INERIS en 2006.

Quelques valeurs écotoxicologiques chroniques et aiguës les plus basses, sélectionnées comme recevables, sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau u : Données écotoxicologiques de l'éthanolamine

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (µg/L)	Référence/source
Données chroniques				
Poissons	<i>Salvelinus fontinalis</i>	NOEC – 100 j	1,77	Myer et al., 1986 - IUCLID, 2000
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	NOEC – 21 j	7,8	EDF, 2006
	<i>Crangon crangon</i> (sp. marine)	NOEC	100	Portmann et Wilson, 1971, ECDIN, 1993
Algues	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	NOEC – 72 h	4	UE, 2000
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	TT/NOEC – 8 j	1,6	Bringmann et Khün, 1978
Données aiguës				
Poissons	<i>Lepomis macrochirus</i>	CL50 – 96 h	329,16	Wolverton et al,1970
	<i>Brachydanio rerio</i>	CL50 – 96 h	3684,4	Groth et al, 1993 – UE, 2000
	<i>Carassius auratus</i>	CL50 – 96 h	170	IUCLID, 2000
Amphibiens	<i>Xenopus laevis</i>	CL50 – 48 h	220	De Zwart and Sloof, 1987
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	CE50 – 48 h	65	UE, 2000
	<i>Hydractinia echinata</i> (sp. marine)	CE50 – 3 h	128,28	Chicu et al., 2000 - Comm. personnelle, 2006
Algues	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	CE50 – 72 h	8,42	Eisentraeger et al., 2003
	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	CE50 – 72 h	15	UE, 2000
	<i>Isochrysis galbana</i> (sp. marine)	CE50 – 96 h	80	Roseth et al, 1996

PNEC chronique par facteur d'évaluation – Eaux douces

Il existe des NOEC chroniques sur des espèces d'eau douce de trois niveaux trophiques différents. Conformément aux recommandations de l'ECHA, un facteur 10 a été appliqué à la plus faible des NOEC chroniques disponibles, qui est égale à 1,6 mg/L (test sur *Microcystis aeruginosa*). **La PNEC chronique en eau douce de l'éthanolamine est donc de $1,6/10 = 0,16$ mg/L, soit 160 µg/L.** Cette PNEC peut être utilisée de manière enveloppe en approche maximale pour le calcul d'un Indice de Risque (IR) aigu mais reste majorante.

PNEC chronique par facteur d'évaluation – Eaux marines

Concernant le milieu marin, peu de données écotoxicologiques marines existent (deux valeurs aiguës). L'ECHA propose alors d'appliquer un facteur 10 fois plus élevé à la valeur écotoxicologique choisie pour l'évaluation de la PNEC eau douce. Cependant, l'application de facteurs d'incertitude plus importants pour la dérivation de PNEC marines est principalement justifiée par le fait que les réseaux trophiques dans les écosystèmes marins sont souvent plus complexes que ceux des eaux douces. Des facteurs de sécurité plus importants pour le milieu marin sont donc pertinents pour les substances bioaccumulables et persistantes. Ce n'est pas le cas de l'éthanolamine. Il est donc proposé de retenir les mêmes valeurs de PNEC pour l'eau marine que celles pour l'eau douce. **La valeur de PNEC chronique en eau marine de l'éthanolamine est donc de 160 µg/L.** Cette PNEC peut être utilisée de manière enveloppe en approche maximale pour le calcul d'un Indice de Risque (IR) aigu mais reste majorante.

1.6.1.4. Bromoforme

Les PNEC présentées ci-dessous sont issues :

- d'une recherche bibliographique des données écotoxicologiques disponibles pour le bromoforme dans la littérature en 2018. Ce travail a été effectué par BUREAU VERITAS et validée par EDF R&D. Cette étude a mis en évidence l'absence de données écotoxicologiques pour les producteurs primaires (algues/plantes aquatiques) ;
- d'une étude écotoxicologique commanditée en 2018 par EDF auprès d'un laboratoire externe spécialisé, pour pallier le manque de données sur les végétaux aquatiques. Des données écotoxicologiques valides suivant les lignes directrices de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économique), et réalisées sous bonnes pratiques de laboratoire (BPL), ont ainsi été établies et ont permis la détermination de valeurs de PNEC génériques pour le bromoforme en eau douce et eau marine.

La méthode des facteurs d'incertitude présentée dans les guides de l'ECHA a été appliquée pour le calcul des PNEC à partir des données recueillies.

Un aperçu des données écotoxicologiques disponibles pour le bromoforme est fourni dans le tableau ci-après.

Tableau v : Données écotoxicologiques du bromoforme

Compartiment	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source
Données chroniques				
Algues	<i>Lemna minor</i>	CEr10 – 7 j	3,93	RRCo 2018 - EDF
Poisson	<i>Cyprinodon variegatus*</i>	NOEC – 28 j	4,8	Ward et al. 1981
Données aiguës				
Poissons	<i>Lepomis macrochirus</i>	CL50 – 96 h	29	Buccafusco et al., 1981
	<i>Cyprinodon variegatus*</i>	CL50 – 96 h	7,1	Ward et al. 1981
		CL50 – 96 h	18	Heitmuller et al 1981
	<i>Brevoortia tyrannus variegatus*</i>	CL50 – 96 h	12	Anderson et al. 1981 - Gibson et al. 1981
Invertébrés	<i>Daphnia pulex</i>	CE50 – 96 h	44	Trabalka et al. 1978
	<i>Penaeus aztecus*</i>	CE50 – 96 h	26	Anderson et al. 1981 - Gibson et al. 1981
Algues	<i>Lemna minor</i>	CEr50 – 7 j	> 55,11	RRCo 2018 - EDF

* Données acquises en milieu marin.

PNEC chronique par facteur d'évaluation – Eaux douces

À partir des valeurs disponibles en eaux douces et marines, la méthode des facteurs d'incertitude présentée dans les guides techniques de l'ECHA est appliquée. Le jeu de données valides disponibles incluant des valeurs chroniques pour au moins deux groupes taxonomiques, un facteur 50 est appliqué sur la valeur concernant l'espèce la plus sensible (dans le cas présent, la valeur obtenue sur l'algue : CEr10 = 3,93 mg/L). La valeur de la **PNEC chronique en eau douce du bromoforme** calculée conformément aux recommandations de l'ECHA est donc égale à $3,93/50 = 0,0786$ mg/L, soit **78,6 µg/L**.

PNEC chronique par facteur d'évaluation – Eaux marines

La PNEC pour le milieu marin est déterminée à partir de la PNEC eau douce à laquelle un facteur d'extrapolation supplémentaire de 10 est appliqué selon les préconisations de l'ECHA. La **PNEC chronique eau marine du bromoforme** est égale à $78,6/10 = 7,86 \mu\text{g/L}$.

PNEC aiguë par facteur d'évaluation – Eaux douces et marines

Concernant la PNEC aiguë, la méthode des facteurs d'incertitude présentée dans le guide technique de l'ECHA est utilisée. Un facteur 100 est appliqué sur la valeur aiguë concernant l'espèce la plus sensible (dans le cas présent, la valeur obtenue sur le poisson : $CL_{50} = 7,1 \text{ mg/L}$). La **PNEC aiguë pour le bromoforme** est égale à $7,1/100 = 0,071 \text{ mg/L}$ soit **71 $\mu\text{g/L}$** .

1.6.1.5. Acide acrylique

Les PNEC présentées ci-dessous sont issues d'un travail réalisé par EDF R&D à partir d'un rapport européen d'évaluation du risque publié en 2002 par l'ECB (European Chemical Bureau – aujourd'hui ECHA), dans le cadre de la réglementation sur les substances existantes (Règlement 793/93/CEE). Ce rapport reste à ce jour l'analyse la plus complète sur les risques associés à l'acide acrylique⁸.

Les données écotoxicologiques recensées ci-après, ainsi que les valeurs de PNEC proposées et validées par EDF R&D, sont issues de ce document. Ces éléments ont par ailleurs été repris dans le Portail Substances de l'INERIS (version consultée en juillet 2013).

Un aperçu des données écotoxicologiques recensées sur l'acide acrylique est fourni dans le tableau ci-après.

Tableau w : Données écotoxicologiques de l'acide acrylique

Compartiment	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source
Données chroniques				
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	NOEC – 21 j	7	UE 2002
Algues	<i>Scenedesmus subcapitatus</i>	CE10 – 72 h	0,03	UE 2002
Données aiguës				
Poissons	<i>Oncorhynchus myskiss</i>	CL50 – 96 h	27	UE 2002
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	CE50 – 48 h	47	UE 2002
Algues	<i>Scenedesmus subcapitatus</i>	CE50 – 72 h	0,13	UE 2002

PNEC chronique par facteur d'évaluation – Eaux douces

En suivant strictement les règles des guides techniques de l'ECHA, un facteur d'extrapolation de 50 devrait être retenu (présence de données chroniques sur deux groupes taxonomiques). La toxicité aiguë sur poisson étant de plusieurs ordres de grandeur plus élevée que celle sur algue, les experts de l'ECB jugent négligeable la probabilité d'observer une toxicité chronique sur poisson plus élevée que sur algue. Les algues sont ainsi reconnues comme étant le compartiment le plus sensible en exposition aiguë et chronique. L'application d'un facteur d'extrapolation de 10 sur la plus faible valeur disponible (CE10 sur l'algue *Scenedesmus subcapitatus*) est donc jugée comme étant suffisamment protectrice par l'ECB.

⁸ European Union – Risk Assessment Report – Acrylic Acid – CAS n°79-10-7 (ECB, 2002).

La **PNEC chronique en eau douce de l'acide acrylique** utilisée dans l'étude d'impact est donc de $0,03/10 = 0,003$ mg/L soit **3 µg/L**. Cette PNEC chronique peut être utilisée de manière enveloppe en approche maximale pour le calcul d'un Indice de Risque (IR) aigu mais reste majorante.

PNEC chronique par facteur d'évaluation – Eaux marines

L'ECHA recommande, pour le milieu marin, l'application de facteurs d'incertitude plus importants pour la dérivation des PNEC en eau marine. Ceci est principalement justifié par le fait que les réseaux trophiques dans les écosystèmes marins sont souvent plus complexes que ceux des eaux douces. Des facteurs de sécurité plus importants pour le milieu marin sont donc pertinents pour les substances bioaccumulables et persistantes. Ce n'est pas le cas de l'acide acrylique. Il est donc proposé de retenir les mêmes valeurs de PNEC en eau marine qu'en eau douce.

La **PNEC chronique en eau marine de l'acide acrylique** utilisée dans l'étude d'impact est donc de **3 µg/L**. Cette PNEC chronique peut être utilisée de manière enveloppe en approche maximale pour le calcul d'un Indice de Risque (IR) aigu mais reste majorante.

1.6.1.6. Résumé

L'ensemble des PNEC en eaux marines est résumé dans le tableau suivant :

Tableau x : Synthèse des PNEC en eaux marines

Substance	PNEC chronique (mg/L)	PNEC aiguë (mg/L)
Acide borique	1,03	3 PNEC aiguë statistique : 67,5
Hydrazine	1.10^{-6} PNEC statistique : $3,7.10^{-4}$	4.10^{-6} PNEC statistique : $3,7.10^{-4}$
Éthanolamine	0,160	0,160
Bromoforme	0,00786	0,071
Acide acrylique	0,003	0,003

1.6.2. VALEURS ÉCOTOXICOLOGIQUES

Cuivre (CAS 7440-50-8) : toutes les valeurs suivantes sont sur eau saline.

Tableau y : Données écotoxicologiques du cuivre

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques				
Poissons	<i>Atherinops affinis</i>	NOEC – 12 j	0,06	INERIS
Invertébrés	<i>Mytilus edulis</i>	NOEC – 10 j	0,0005	BKH, 1995 / INERIS 2004
Algues	<i>Cyclococcolithina leptopora</i> <i>Proocentrum spec.</i> <i>Synechococcus spec.</i> & <i>Thoracosphaera heimii</i>	NOEC – 4 – 5 semaines	0,00064	BKH, 1995 / INERIS 2004
Données écotoxicologiques aiguës				
Poissons	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	CL50 – 96 h	0,164	Buckley, 1983
Invertébrés	<i>Carcinus maenas</i>	CE50 – 96 h	51,8	Elumalai, 2002
Algues	<i>Chlorella vulgaris</i>	CE50 – 96 h	0,017	Gatidou, 2007

Zinc (CAS 7440-66-6) : toutes les données sont sur eau saline, excepté les données chroniques sur poissons et les données aiguës sur algues.

Tableau z : Données écotoxicologiques du zinc

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques				
Poissons	<i>Salvelinus fontinalis</i>	NOEC – 2-36M	0,530-1,37*	JRC, 2010
	<i>Pimephales promelas</i>	NOEC – 7-35S	0,078-0,291*	JRC, 2010
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	NOEC – 5M	0,050-0,13*	JRC, 2010
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	NOEC – 3-100S	0,025-0,974*	JRC, 2010
	<i>Jordanella flouidae</i>	NOEC – 14S	0,026-0,075*	JRC, 2010
	<i>Brachydanio rerio</i>	NOEC – 2S	0,180-2,9*	JRC, 2010
Invertébrés	Pas de donnée sur l'espèce	NOEC (durée non précisée)	0,01*	INERIS 2017, ECB
Algues	Pas de donnée sur l'espèce	NOEC (durée non précisée)	0,01*	INERIS 2017, ECB

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques aiguës				
Poissons	Pas de donnée sur l'espèce	CL/CE50 (durée non précisée)	0,19	INERIS 2017, ECB
Invertébrés	Pas de donnée sur l'espèce	CL/CE50 (durée non précisée)	0,06	INERIS 217, ECB
Algues	<i>Cladophora glomerata</i>	CE50 – 72 h	> 0,06*	JRC, 2010
	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	CE50 – 72 h	> 0,0052-0,124*	JRC, 2010

* Données sur eau douce.

Fer (CAS 7439-89-6) : toutes les valeurs suivantes concernent l'eau saline.

Tableau aa : Données écotoxicologiques du fer

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques				
Poissons	<i>Pimephales promelas</i>	NOEC – 33 j	1	Birge et al. 1985, SIDS ISNITIAL Assesment report for SIAM OECD 2007
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	NOEC – 21 j	2	MOE, japan 2002, SIDS ISNITIAL Assesment report for SIAM OECD 2007
Algues	<i>Chlorella vulgaris</i>	NOEC – 120 j	2,7	ECHA 2000
Données écotoxicologiques aiguës				
Poissons	<i>Lampetra Fluvialis</i>	CL50 – 72 h	3,4	SIDS ISNITIAL Assesment report for SIAM OECD 2007
Invertébrés	<i>Nitocra spinipes</i>	CE50 – 96 h	46,2 – 81,2	ECHA 2000
Mollusques	<i>Mitilus edulis</i>	CE – 24 h	2,9	ECHA 2000
Algue	<i>Ophyrotrocha diadema</i>	CL50 – 48 h	10 - 33	ECHA 2000

Manganèse (CAS 7439-96-5) : toutes les valeurs aiguës suivantes sont sur eau saline, excepté la valeur pour les poissons acquise sur eau douce. Les valeurs d'écotoxicité chronique ont toutes été obtenues en eau douce.

Tableau bb : Données écotoxicologiques du manganèse

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques*				
Poissons	<i>Salmo trutta</i>	NOEC – 62 j	0,0045	INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Manganèse et ses dérivés. 2012
Invertébrés	Pas de donnée	NOEC – 21 j	0,002	INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Manganèse et ses dérivés. 2012
	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	NOEC – 8 j	1,7	Dossier REACH. Key study. Validité 1
Algues	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	NOEC – 72 h	2,5	dossier REACH. Key study 1, Validité 1
Données écotoxicologiques aiguës				
Poisson	<i>Basilichthys australis</i>	CL50 – 96 h	50*	INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Manganèse et ses dérivés. 2012
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	CL50 – 96 h	> 3,6*	Dossier REACH. Key study. Validité 1
Invertébrés	<i>Artemia salina</i>	CL50 – 48 h	51,8	INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Manganèse et ses dérivés. 2012
	<i>Asterias rubens</i>	CL50 – 72 h	50	INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Manganèse et ses dérivés. 2012
	<i>Crassostrea virginica</i>	CL50 – 48 h	16	INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Manganèse et ses dérivés. 2012
Algues	<i>Ditylum brightwellii</i>	CE50 – 5 j	1,5	INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Manganèse et ses dérivés. 2012

* Donnée sur eau douce.

Aluminium (CAS 7429-90-5) : toutes les valeurs aiguës suivantes sont sur eau saline, excepté la valeur pour les algues acquise sur eau douce. L'ensemble des données chroniques a été obtenu sur eau douce.

Tableau cc : Données écotoxicologiques de l'aluminium

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques*				
Poissons	<i>Salmo salar</i>	NOEC – 60 j	0,033	Buckler 1995
	<i>Pimephales promelas</i>	NOEC/CE – 10 7-33 j	0,0251- 56,476	ECHA, 2009, 2010, 2012
	<i>Danio rerio</i>	NOEC/ CE – 10 33 j	0,0715	ECHA, 2013
Invertébrés	<i>Lymnaea stagnalis</i>	NOEC – 50 j	0,1	Truscott et al., 1995
	<i>Daphnia magna</i>	NOEC – 21 j	0,079	ECHA, 2000
	<i>Lymnaea stagnalis</i>	NOEC – 30 j	0,860-1,092	ECHA, 2012
	<i>Aeolosoma sp.</i>	NOEC/CE10 – 17 j	0,962-0,987	ECHA, 2012
Algues	<i>Diatomées</i>	LOEC – 21 j	0,05	Pillsbury et Kingston, 1990 in INERIS, Art.26, CRUAS 2011
	<i>Pseudokirchnerella subcapitata</i>	NOEC – 72 h	0,280	ECHA, 1996, 2000
Plantes	<i>Lemna minor</i>	NOEC/EC10 – 72 h	2,175-2,76	ECHA, 2012
Données écotoxicologiques aiguës				
Poissons	<i>Salmo salar</i>	CL50 – 96 h	0,245	Rosseland etv Skogheim, 1984 / INERIS
Invertébrés	<i>Brachionus calyciflorus</i>	CL50 – 24 h	3	Snelle et al. 1991 / INERIS
Algues	<i>Pseudokirchnerella subcapitata</i>	EC50 – 72 h	1,05*	ECHA, 1996, 2000

* Données sur eau douce.

Chrome (CAS 7440-47-3) : aucune donnée n'étant disponible sur eau saline, il a donc été utilisé des données sur eau douce pour l'ensemble des niveaux trophiques.

Tableau dd : Données écotoxicologiques du chrome

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques*				
Poissons	<i>Pimephales promelas</i>	NOEC – 7 j	3	ECOTOX, EPA
	<i>Cyprinus carpio</i>	NOEC – 28 j	0,017	ECOTOX, EPA
	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	NOEC – 134 j	0,024-0,266	ECOTOX, EPA
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	NOEC – 24 j	0,01	ECOTOX, EPA
Invertébrés	<i>Americamysis bahia</i>	NOEC – 51 j	0,088	ECOTOX, EPA
Données écotoxicologiques aiguës*				
Poissons	<i>Oryzias latipes</i>	CL50 – 96 h	120-210	ECOTOX, EPA
	<i>Pimephales promelas</i>	CL50 – 96 h	37-52	ECOTOX, EPA
	<i>Menidia peninsulæ</i>	CL50 – 96 h	21,8	ECOTOX, EPA
	<i>Leiostomus xanthurus</i>	CL50 – 96 h	27,3	ECOTOX, EPA
	<i>Cyprinus carpio</i>	CL50 – 96 h	14,3-93,6	ECOTOX, EPA
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	EC50 – 48 h	0,022-0,07	ECOTOX, EPA
	<i>Daphnia pulex</i>	LC50 – 48 h	0,048-90,4	ECOTOX, EPA
	<i>Americamysis bahia</i>	LC50 – 9 6h	2,03	ECOTOX, EPA
Algues	<i>Lemna minor</i>	EC50 – 7 j	8,5	ECOTOX, EPA

* Données sur eau douce.

Nickel (CAS 7440-02-0) : toutes les valeurs suivantes sont sur eau saline.

Tableau ee : Données écotoxicologiques du nickel

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques				
Poissons	<i>Atherinops affinis</i>	NOEC – 40 j (NiCl ₂)	3,24	INERIS 2006. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Nickel et ses dérivés
Invertébrés	<i>Mysidopsis intii</i>	NOEC – 28 j (NiCl ₂)	0,01	INERIS 2006. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Nickel et ses dérivés
Algues	<i>G. halli</i>	NOEC – 6 j (NiCl ₂)	0,04	INERIS 2006. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Nickel et ses dérivés
Données écotoxicologiques aiguës				
Poissons	<i>Chelon labrosus</i>	CL50 – 96h (NiCl ₂)	118,3	INERIS 2006. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Nickel et ses dérivés
Invertébrés	<i>Cancer magister</i>	CL50 – 96 h	0,25	INERIS 2006. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Nickel et ses dérivés
Algues	<i>T. Pseudonana</i>	NOEC – 48 h	0,05	INERIS 2006. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Nickel et ses dérivés

Plomb (CAS 7439-92-1) : toutes les valeurs suivantes sont sur eau saline.

Tableau ff : Données écotoxicologiques du plomb

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques				
Poissons	<i>Cyprinodon variegatus</i>	NOEC/CE10 (durée non précisée)	0,2296	INERIS, 2016. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Plomb et ses dérivés
Invertébrés	Pas de donnée sur l'espèce	NOEC/CE10 (durée non précisée)	0,01	INERIS, 2018. Portail substances chimiques Validité non précisée
Algues	Pas de donnée sur l'espèce	NOEC/CE10 (durée non précisée)	0,01	INERIS, 2018. Portail substances chimiques Validité non précisée
Données écotoxicologiques aiguës				
Poissons	Pas de donnée sur l'espèce	CL/CE50 (durée non précisée)	1,5	INERIS, 2018. Portail substances chimiques Validité non précisée
Invertébrés	Pas de donnée sur l'espèce	CL/CE50 (durée non précisée)	0,48	INERIS, 2018. Portail substances chimiques Validité non précisée
Algues	Pas de donnée sur l'espèce	CL/CE50 (durée non précisée)	0,02	INERIS, 2018. Portail substances chimiques Validité non précisée

Lithine (CAS 1310-65-2, LiOH) : aucune donnée n'étant disponible sur eau saline, il a donc été utilisé des données sur eau douce pour l'ensemble des niveaux trophiques.

Tableau gg : Données écotoxicologiques de la lithine

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur* (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques*				
Poissons	<i>Danio rerio</i>	NOEC – 34 j	9,9 mg LiOH/L	Dossier REACH. Key study. Validité 1
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	NOEC – 21 j	2,3 mg LiOH/L	Dossier REACH. Key study. Validité 1
Algues	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	NOEC – 72 h	5,71 mg LiOH/L	Dossier REACH. Key study. Validité 1
Données écotoxicologiques aiguës*				
Poissons	<i>Danio rerio</i>	CL50 – 96 h	62,2 mg LiOH/L	Dossier REACH. Key study. Validité 1
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	CE50 – 48 h	19,1 - 34,3 mg LiOH/L	Dossier REACH. Key study. Validité 1
Algues	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	CEr50 – 72 h	87,57 mg LiOH/L	Dossier REACH. Key study. Validité 1

* Données sur eau douce.

Méthylamine (CAS 74-89-5, CH₃NH₂) : aucune donnée n'étant disponible sur eau saline, il a donc été utilisé des données sur eau douce pour l'ensemble des niveaux trophiques.

Tableau hh : Données écotoxicologiques du méthylamine

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques*				
Algues	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	TTC/NOEC – 96 h	4	TTC (Threshold of Toxicological Concern) - Dossier REACH. Key study 01. Validité 2.
Données écotoxicologiques aiguës*				
Poissons	<i>Leuciscus idus</i>	CL50 – 48 h	16 – 970	Dossier REACH. Key study. Validité 2.
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	CE50 – 48 h	163 – 702	Dossier REACH. Key study. Validité 2.
Algues	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	CE50-96 h	> 4	ECHA – Bringmann, G
Algues	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	CE50 (Durée non précisée)	> 31	Dossier REACH. Key study 02. Validité 2.

* Données sur eau douce.

Éthylamine (CAS 75-04-7, C₂H₇N) : aucune donnée n'étant disponible sur eau saline, il a donc été utilisé des données sur eau douce pour l'ensemble des niveaux trophiques.

Tableau ii : Données écotoxicologiques de l'éthylamine

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques*				
Invertébrés	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	NOEC – 7 j	3,2	dossier REACH. Key study 1. Validité 1
Algues	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	TT/CE3 – 8 j	1,7-2,3	dossier REACH, Key study 1. Validité 2
Données écotoxicologiques aiguës*				
Poissons	<i>Leuciscus idus</i>	CL50 – 48 h	240	dossier REACH. Key study 1. Validité 2
Invertébrés	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	CL50 – 48 h	7,9	dossier REACH. Key study 1. Validité 1
Algues	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	CE50 – 8 j	> 1,7	Extrapolation de la donnée chronique

* Données sur eau douce.

Acide oxalique (CAS 144,-62-7 C₂H₂O₄) : aucune donnée n'étant disponible sur eau saline, il a donc été utilisé des données sur eau douce pour l'ensemble des niveaux trophiques.

Tableau jj : Données écotoxicologiques de l'acide oxalique

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques*				
Algues	<i>Microcystis aeruginosa</i>	NOEC – 8 j	80	Brigmann G & Kuhn R, 1978 / Dossier ECHA sur étude de 1978
Algues	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	CEr10 – 72 h	7,55	Dossier REACH. Key study. Validité 1
Données écotoxicologiques aiguës*				
Poissons	<i>Leuciscus idus melanotus</i>	CL50 – 48 h	160	Dossier REACH. Key study. Validité 2
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	CE50 – 48 h	136,9	Dossier REACH. Key study. Validité 1
Algues	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	CEr50 – 72 h	20,58	Dossier REACH. Key study. Validité 1

* Données sur eau douce.

Formiate de sodium (CAS 141-53-7, CH₂O₂Na) : seule la valeur chronique sur algues était disponible en eau saline. Les autres valeurs sont sur eau douce.

Tableau kk : Données écotoxicologiques du formiate de sodium

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques				
Algues	<i>Selenastrum capricornutum</i>	NOEC/CE10 – 72 h	63	INERIS, 2009 – extrapolation de la donnée chronique eau douce
Données écotoxicologiques aiguës*				
Poissons	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	CL/CE50 – 96 h	> 1 000	INERIS, 2009
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	CL/CE50 – 48 h	> 1 000	INERIS, 2009
Algues	<i>Selenastrum capricornutum</i>	CL/CE50 – 72 h	570	INERIS, 2009

* Données sur eau douce.

Acide glycolique (CAS 79-14-1, C₂H₄O₃) : toutes les valeurs suivantes sont sur eau saline excepté la valeur aiguë pour les poissons acquise sur eau douce.

Tableau II : Données écotoxicologiques de l'acide glycolique

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques				
Algues	<i>Skeletonema costatum</i>	NOEC – 72 h	69,9	Dossier REACH Experimental Study validité 2
Données écotoxicologiques aiguës				
Poissons	<i>Pimephales promelas</i>	CL50 – 96 h	114,8*	Dossier REACH. Key study. Validité 2
Invertébrés	<i>Acartia tonsa (Dana)</i>	CL/CE50 – 48 h	158,2	Dossier REACH Experimental Study validité 2
Algues	<i>Skeletonema costatum</i>	EC50 – 72 h	133	Dossier REACH Experimental Study validité 2

* Données sur eau douce.

Acétate de sodium (CAS 127-09-3, C₂H₃O₂.Na) : aucune donnée n'étant disponible sur eau saline, il a donc été utilisé des données sur eau douce pour l'ensemble des niveaux trophiques.

Tableau mm : Données écotoxicologiques de l'acétate de sodium

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques aiguës*				
Poissons	<i>Danio rerio</i>	CL50 – 96 h	> 100	Dossier Reach, Key study. Validité 1
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	CE50 – 48 h	> 1 000	Dossier Reach, Key study. Validité 2
Poissons	<i>Leuciscus idus</i>	CL0 – 48 h	> 1 000	IUCLID, 2000,
Poissons	<i>Brachidanio rerio</i>	CL0 – 96 h	≥ 100	IUCLID, 2000,
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	CE50 – 48 h	> 459,5	Dossier ECHA 5 mars 2005
Algues	<i>Skeletonema costatum</i>	CE50 – 72 h	> 1 000	Dossier Reach, key study validité 1 testé sur acétate de potassium

* Données sur eau douce.

Nota : les données grisées sont fournies à titre indicatif en raison de la substance testée.

Polyacrylate de sodium (CAS 9003-04-7) : absence de données référencées dans la bibliographie INERIS, ECHA et OECD.

Tableau nn : Données écotoxicologiques des polyacrylates

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques*				
Algues	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	CEt10 – 72 h	24,2	Étude écotoxicologique produit Antiprex EDF R&D, 2018
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	CEr10 – 21 j	> 34,5	Étude écotoxicologique produit Antiprex EDF R&D, 2018
		NOEC – 21 j	≥ 200	FDS produit Antiprex® AS 2020 S
Poissons	<i>Brachydanio rerio</i>	CE10 – 30 j	> 30,01	Étude écotoxicologique EDF R&D, 2018
Données écotoxicologiques aiguës*				
Poisson	<i>Leuciscus idus</i>	CL50 – 96 h	> 100	FDS produit Antiprex® AS 2020 S
	<i>Lepomis macrochirus</i>	CL50 – 96 h	> 1 000	FDS produit ACUMER 1000 POLYMER
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	CL50 – 96 h	> 1 000	FDS produit ACUMER 1000 POLYMER
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	CE50 – 48 h	> 200	FDS produit Antiprex® AS 2020 S
	<i>Daphnia magna</i>	CE50 – 48 h	> 1 000	FDS produit ACUMER 1000 POLYMER
Algues	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	CE50 – 72 h	> 200	FDS produit Antiprex® AS 2020 S
	<i>Scenedesmus capricornutum</i>	CE50 – 96 h	> 10	FDS produit ACUMER 1000 POLYMER

* Données acquises sur eau douce.

Phosphites : absence de données référencées dans la bibliographie INERIS, ECHA et OECD.

Tableau oo : Données écotoxicologiques des phosphites

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques aiguës*				
Poissons	<i>Brachydanio rerio</i>	CL50 – 48 h	9 784	IUCLID 2000

* Données acquises sur eau douce.

HEDP/Acide étidronique (CAS 2809-21-4)

Tableau pp : Données écotoxicologiques de l'HEDP

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques				
Invertébrés	Pas de donnée sur l'espèce	NOEC/CE10 (durée non précisée)	< 52	INERIS, 2004
Poissons	Pas de donnée sur l'espèce	NOEC/CE10 (durée non précisée)	180*	INERIS, 2004
Algues	Pas de donnée sur l'espèce	NOEC/CE10 (durée non précisée)	13*	INERIS, 2004
Données écotoxicologiques aiguës				
Poissons	<i>Cyprinodon variegatus</i>	CL50 96 h	2 180 (acide actif)	Dossier REACH. Key study 02. Validité 2
Invertébrés	Pas de donnée sur l'espèce	NOEC/CE10 (durée non précisée)	81	INERIS, 2004
Algues	Pas de donnée sur l'espèce	NOEC/CE10 (durée non précisée)	3*	INERIS, 2004

* Données acquises sur eau douce.

ATMP/Acide amino-tris-méthylène-phosphonique (CAS 6419-19-8) : absence de données référencées dans la bibliographie INERIS, ECHA et OECD.

Tableau qq : Données écotoxicologiques de l'ATMP

Taxon	Espèce	Critère d'effet	Valeur (mg/L)	Source et Validité
Données écotoxicologiques chroniques*				
Poissons	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	NOEC – 60 j	23	Rapport HERA 2004
Invertébrés	<i>Daphnia magna</i>	NOEC – 28 j	25	Rapport HERA 2004
Algues	<i>Selenastrum capricornutum</i>	NOEC – 14 j	7,4	Rapport HERA 2004
Données écotoxicologiques aiguës				
Poissons	<i>Cyprinodon variegatus</i>	CL50 – 96 h	8 132	Rapport HERA 2004
Invertébrés	<i>Crassostrea virginica</i>	CE50 – 96 h	201	Rapport HERA 2004
Algues	<i>Selenastrum capricornutum</i>	CL50 – 96 h	19,6*	Rapport HERA 2004

* Données acquises sur eau douce.

ÉTUDE D'IMPACT

- Annexe 6 - Biodiversité

PLACE DE L'ANNEXE DANS LES ANNEXES DE L'ÉTUDE D'IMPACT

- Annexe 1 – Description des ouvrages de prélèvement d'eau et de rejet dans l'environnement
- Annexe 2 – Traitement des effluents radioactifs liquides et gazeux
- Annexe 3 – Description de la station de production d'eau déminéralisée (intégrant l'unité de dessalement)
- Annexe 4 – Description des réseaux de collecte et de traitement des effluents non contaminables du site de Flamanville (dont électrochloration)
- Annexe 5 – Données chimiques liquides
- Annexe 6 – Biodiversité**
- Annexe 7 – Population et santé humaine

SOMMAIRE

1.	ZNIEFF DE TYPE I ET II SITUÉES DANS UN RAYON DE 10 KM AUTOUR DU SITE DE FLAMANVILLE.....	5
2.	FICHES HABITATS.....	17
2.1.	HABITATS ASSOCIÉS AUX MILIEUX MARINS, LITTORAUX ET AQUATIQUES CONTINENTAUX	17
2.1.1.	Mers et océans	17
2.1.2.	Eaux courantes	18
2.1.3.	Mares et plans d'eau	19
2.2.	HABITATS TERRESTRES ASSOCIÉS AUX MILIEUX LITTORAUX ET CONTINENTAUX	20
2.2.1.	Landes sèches atlantiques	20
2.2.2.	Plages, hauts de plage et cordons de galets.....	21
2.2.3.	Dunes.....	23
2.2.4.	Boisements mésophiles	25
2.2.5.	Fourrés et forêts humides	26
2.2.6.	fourrés mésophiles.....	27
2.2.7.	Falaises et pelouses aérohalines	28
2.2.8.	Prairies naturelles mésophiles	29
2.2.9.	Prairies humides	30
2.2.10.	Végétations humides hautes	31
2.2.11.	Cultures.....	32
2.2.12.	Haies et bosquets	33
2.2.13.	Espaces artificialisés.....	35
3.	FLORE REMARQUABLE PRÉSENTE ET POTENTIELLEMENT PRÉSENTE AU SEIN DE L'AIRE D'ÉTUDE DU PROJET (RAYON DE 7 KM)	36
4.	FAUNE REMARQUABLE PRÉSENTE OU POTENTIELLEMENT PRÉSENTE AU SEIN DE L'AIRE D'ÉTUDE DU PROJET (RAYON DE 7 KM)	44
4.1.	INVERTÉBRÉS	44
4.2.	AMPHIBIENS	46
4.3.	REPTILES	47
4.4.	MAMMIFÈRES MARINS	48

4.5.	MAMMIFÈRES TERRESTRES (HORS CHIROPTÈRES).....	49
4.6.	CHIROPTÈRES	51
4.7.	OISEAUX.....	52
4.8.	POISSONS	59

1.

ZNIEFF DE TYPE I ET II SITUÉES DANS UN RAYON DE 10 KM AUTOUR DU SITE DE FLAMANVILLE

Type de zone	Nom	Numéro / Référence	Surface (ha)	Distance par rapport au projet
ZNIEFF de type I	Cap de Flamanville	250008410	88 ha	Digues du CNPE intégrées à la ZNIEFF
ZNIEFF de type I	Landes de Sciotot	250008411	34 ha	3,5 km au sud-est
ZNIEFF de type I	Massif dunaire de Biville, Vasteville et Héauville	250008147	616 ha	3,9 km au nord-est
ZNIEFF de type I	Dunes du Rozel	250013026	53 ha	4,2 km au sud-est
ZNIEFF de type I	Combles de l'église de Tréauville	250030002	0 ha	4,7 km à l'est
ZNIEFF de type I	Cap du Rozel	250008412	43 ha	6,4 km au sud-est
ZNIEFF de type I	Vallon du ruisseau de Bival	250020035	34 ha	7,6 km au nord-est
ZNIEFF de type I	Massif dunaire de Beaubigny	250002619	994 ha	7,6 km au sud-est
ZNIEFF de type I	Mares et dunes de Vauville	250008146	83 ha	7,9 km au nord-est
ZNIEFF de type I	Landes de Vauville	250008145	660 ha	8,4 km au nord-est
ZNIEFF de type II	Dunes et falaises de Flamanville au Rozel	250008409	495 ha	Digues du CNPE intégrées à la ZNIEFF
ZNIEFF de type II	La Hague	250006482	5 448 ha	3,3 km au nord-est

Source : INPN, mars 2021.

- **ZNIEFF I « Cap de Flamanville »**

Le massif de Flamanville constitue un énorme cap hémicirculaire développant environ sept km de hautes falaises déchiquetées, orientées au sud et à l'ouest. Il culmine à quatre-vingt-neuf mètres. De nombreuses découpures et valleuses modèlent un relief ondulé et rayonnant, entraînant des variations d'exposition et d'humidité.

Correspondant à un gros dôme de granite porphyroïde sans doute d'âge carbonifère avec de nombreux filons de microgranulite, le Cap de Flamanville présente un intérêt géomorphologique.

Le Cap de Flamanville présente un intérêt floristique extraordinaire par la richesse des pelouses à thérophytes (plantes dont le cycle de développement complet se déroule sur moins d'une année) qui occupent une bonne partie de ce site.

On note la présence d'espèces rares à très rares et/ou protégées au niveau régional (*) ou au niveau national (**) telles la Patience des rochers (*Rumex rupestris***)-espèce de l'Annexe II de la directive européenne-, la Romulée à petites fleurs (*Romulea columnae**), La Tillée mousse (*Crassula tillaea*), le Trèfle enterreur (*Trifolium subterraneum*), le Trèfle étouffé (*Trifolium suffocatum*), le Trèfle occidental (*Trifolium occidentale*), la Scille d'automne (*Scilla autumnalis*), le Polycarpon à quatre feuilles (*Polycarpon tetraphyllum**), l'Orpin d'Angleterre (*Sedum anglicum*), le Tabouret des champs (*Thlapsi arvense*). Les dépressions humides sont favorables au Choin noirâtre (*Schoenus nigricans*), au Jonc aigu (*Juncus acutus*), et au Jonc capité (*Juncus capitatus**). Signalons également le recensement de l'Inule faux-crithme (*Inula crithmoides**) et du Statice à deux nervures (*Limonium binervosum*). La Radiole faux-lin (*Radiola linoides*), la Sagine subulée (*Sagina subulata*), espèces précédemment signalées sur le site, n'ont pas été revues récemment. On note également la présence de la Fougère maritime (*Asplenium marinum**).

Les digues de la centrale électrique constituent un lieu de nidification pour le Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*), le Cormoran huppé (*Phalacrocorax aristotelis*), les Goélands marins (*Larus marinus*), bruns (*L. fuscus*) et argentés (*L. argentatus*), l'Huitrier-pie (*Haematopus ostralegus*).

La Fauvette pitchou (*Sylvia undata*) niche dans les landes, et le grand Corbeau (*Corvus corax*) se reproduit sur les falaises.

- **ZNIEFF I « Landes de Sciottot »**

Cette zone se situe sur une falaise fossile fortement marquée par l'influence marine. Elle comprend des pelouses silicicoles mais aussi de très belles landes à *Erica cinerea* caractéristiques d'un habitat reconnu d'intérêt communautaire (4030 : Landes sèches européennes) qui motivent son classement en ZNIEFF.

L'accès aux secteurs centraux est devenu difficile voire impossible du fait du développement des fourrés d'ajonc (*Ulex europaeus*), mais aussi de la renouée du japon (*Reynoutria japonica*), invasive dont l'expansion est favorisée par des dépôts de déchets aux principaux points d'accès.

Une remise à jour du périmètre a été réalisée en 2013 suite aux derniers suivis du CBN (Conservatoire Botanique Naturel), d'une part pour exclure la zone d'activité actuelle de ball-trap, et d'autre part afin d'inclure la « Vallée Philippe » dans sa globalité et donc de contenir l'ensemble du continuum de la vallée, des prairies les plus xérophiles aux plus hygrophiles.

Cette ZNIEFF présente plus un intérêt global en tant qu'habitat particulier en raréfaction que par la présence d'espèces particulièrement rares ou menacées. Cinquante-six espèces végétales ont néanmoins été initialement dénombrées sur ce site, dont quelques-unes peu courantes au niveau des pelouses silicicoles, telles la Moenchie dressée (*Moenchia erecta*), le Trèfle à petites fleurs (*Trifolium micranthum*), le Trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum*), l'Orpin d'Angleterre (*Sedum anglicum*).

De nombreuses espèces d'oiseaux, dont des espèces marines, fréquentent ce site. Les plus intéressantes qui nichent sont le Grand gravelot (*Charadrius hiaticula*) et l'Hirondelle des rivages (*Riparia*).

- **ZNIEFF I « Massif dunaire de Biville, Vasteville et Héauville »**

Situé entre les dernières falaises de La Hague au nord, et le Cap de Flamanville au sud, le massif dunaire de Biville, Vasteville et Héauville, constitue un élément majeur du patrimoine naturel et correspond à l'un des plus puissants complexes dunaires atlantiques de France. Ce massif est relativement jeune à l'échelle géologique : le sable s'est accumulé durant les épisodes régressifs holocènes, soit depuis une dizaine de millénaires environ, et cela grâce à un matériau disponible abondant ainsi qu'à des vents forts et durables.

Il regroupe tous les types de milieux dunaires présents dans la zone atlantique :

- la dune embryonnaire, peu représentée du fait du contexte érosif de la côte ;
- la dune vive à Oyat, qui constitue une étroite bande parallèle au rivage ;
- la dune fixée, pelouse dunaire basse parsemée de pannes humides, dépressions souvent colonisées par des arbustes. Est ici présent, un habitat d'intérêt communautaire prioritaire, à savoir les dunes côtières fixées à végétation herbacée (« dunes grises ») (code 2130).

Les dunes perchées (placages sableux éoliens tapissant le relief fossile) présentent ici un développement tout à fait spectaculaire.

Sur le plan géomorphologique, mentionnons que ce massif constitue l'unique exemple français de dunes en barkhanes.

La diversité des associations végétales (thermophiles, hygrophiles) est à l'origine du grand intérêt botanique de ce secteur dunaire.

De nombreuses espèces rares, dont certaines sont protégées au niveau national (**) ou régional (*), y ont été recensées. Citons plus particulièrement le Chou marin (*Crambe maritima***), l'œillet de France (*Dianthus gallicus***), l'Elyme des sables (*Leymus arenarius***), la Pensée naine (*Viola kitaibeliana*), l'Ophioglosse vulgaire (*Ophioglossum vulgatum*), la Renoncule à petites fleurs (*Ranunculus parviflorus*), l'Asperge prostrée (*Asparagus officinalis* ssp. *prostratus**), le Cynodon (*Cynodon dactylon*), la Koélie blanche (*Koeleria albescens*), la Scille d'automne (*Scilla autumnalis*), le Spiranthe d'automne (*Spiranthes spiralis*), l'Arabette hirsute (*Arabis hirsuta*), le Bec-de-grue glutineux (*Erodium glutinosum*), la Moenchie dressée (*Moenchia erecta*), le Polycarpon à quatre feuilles (*Polycarpon tetraphyllum**), le Rosier pimprenelle (*Rosa pimpinellifolia*), la Garance voyageuse (*Rubia peregrina**), le Silène conique (*Silene conica*), le Trèfle occidental (*Trifolium occidentale*), la Véronique en épi (*Veronica spicata**), le Marisque (*Cladium mariscus*), le Jonc aigu (*Juncus acutus*), la Pyrole à feuilles rondes (*Pyrola rotundifolia**), la Sagine noueuse (*Sagina nodosa**), la Germandrée des marais (*Teucrium scordium* ssp. *scordioides**), le Scirpe pauciflore (*Eleocharis quinqueflora*), l'Hippocrépis à toupet (*Hippocrepis comosa*), la Laïche luisante (*Carex liparocarpos**).

Sur le plan mycologique, de nombreuses espèces intéressantes typiques ont été recensées dont *Tulostoma brumale*.

Les quelques relevés entomologiques effectués sur ce site ont permis de recenser deux espèces peu communes de papillons : l'argus bleu céleste (*Lysandra bellargus*) et le Sphinx de l'euphorbe (*Hyles euphorbiae*).

De nombreux oiseaux fréquentent ce massif dunaire et ses abords. On a pu recenser la nidification de l'Hirondelle de rivage (*Riparia*), du grand Gravelot (*Charadrius hiaticula*), du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), du Traquet motteux (*Oenanthe*). Les inventaires concernant les amphibiens montrent la présence de plusieurs espèces d'intérêt patrimonial pour la région : le Crapaud calamite (*Bufo calamita*), le Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), le Triton marbré (*Triturus marmoratus*) et le Triton crêté (*Triturus cristatus*).

- **ZNIEFF I « Dunes du Rozel »**

Cet ensemble dunaire, bien que morcelé et assez anthropisé, conserve un intérêt biologique certain. Les végétations dunaires présentent des cortèges assez typiques ainsi que certaines espèces patrimoniales. Les espèces rudérales sont cependant assez abondantes sur l'ensemble de la zone.

Au sud de la zone, sur la commune du Rozel, un secteur abrite quelques îlots de pelouses dunaires caractéristiques et des espèces végétales patrimoniales. Plusieurs espèces protégées sont observées : Chou marin (*Crambe maritima*), Renouée de Ray (*Polygonum oxyspermum ssp raii*), Crassule mousse (*Crassula tillaea*), Trèfle renversé (*Trifolium resupinatum*), Renoncule à petites fleurs (*Ranunculus parviflorus*), Luzerne polymorphe (*Medicago polymorpha*). La dune fixée est le biotope qui contient le plus d'espèces d'intérêt patrimonial. Citons, entre autres, le Buplèvre aristé (*Bupleurum baldense*), le Silène conique (*Silene conica*), le Trèfle enterreur (*Trifolium subterraneum*), la Pensée des dunes (*Viola kitaibeliana*). Au niveau de la dune vive à Oyat (*Ammophila arenaria*), on note la présence de deux espèces très rares au niveau régional. Il s'agit de la Giroflée des dunes (*Matthiola sinuata*) -représentée par une seule touffe-, et de l'Orobanche violette (*Orobanche amethystea*) dont seulement quelques pieds ont été recensés. Enfin signalons la présence sur le site, au niveau de prairies mésophiles, du Cynodon (*Cynodon dactylon*), et du Polycarpon à quatre feuilles (*Polycarpon tetraphyllum*), objet d'une protection au niveau régional.

L'intérêt ornithologique du site se révèle d'une part, par la nidification du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) sur la haute plage, du Vanneau huppé (*Vanellus*) et de la Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*) dans les mielles, et d'autre part, par la présence régulière, en hivernage et en passage inter-nuptial, du grand Gravelot (*Charadrius hiaticula*), du Pluvier argenté (*Pluvialis squatarola*) et du Bécasseau sanderling (*Calidris alba*).

- **ZNIEFF I « Combles de l'église de Tréauville »**

Les combles de cette église abritent une colonie de reproduction de Grand Murin (*Myotis*). Au vu des effectifs présents, cette colonie est classée d'importance régionale.

Un certain nombre d'individus de cette espèce hiberne dans les combles et les murs de l'édifice. Toute ou partie de la colonie de reproduction hiberne sur place compte-tenu du faible nombre de sites souterrains disponibles localement.

- **ZNIEFF I « Cap du Rozel »**

Ce cap rocheux expose des falaises de schistes et de grès cambriens présentant une végétation riche et variée, très caractéristique des falaises littorales du domaine atlantique européen.

La richesse floristique du site est révélée par la présence de bon nombre d'espèces rares, dont certaines sont protégées au niveau national (**) ou régional (*).

Les falaises sont surplombées de pelouses exceptionnellement riches en thérophytes printanières rares, dont des écotypes endémiques comme la variété maritime de l'Hélianthème à goutte (*Tuberraria guttata**, var. *maritima*).

On note également une grande originalité des associations végétales de l'étage aérohalin, des landes et broussailles littorales. Parmi les espèces les plus intéressantes, citons la Romulée à petites fleurs (*Romulea columnae**), la petite Centaurée à feuilles en tête (*Centaurium capitatum***), le Polycarpon à quatre feuilles (*Polycarpon tetraphyllum**), le Rosier pimprenelle (*Rosa pimpinellifolia*), la Porcelle glabre (*Hypochaeris glabra*), plusieurs trèfles (*Trifolium striatum*, *T. subterraneum*, *T. suffocatum*, *T. glomeratum*, *T. strictum**, *T. bocconeii**), l'Orpin d'Angleterre (*Sedum anglicum*), la Moenchie dressée (*Moenchia erecta*), la Tillée mousse (*Crassula tillaea*), minuscule pionnière des sables siliceux, le Jonc capité (*Juncus capitatus**), la Scille d'automne (*Scilla autumnalis*), la Vesce à folioles cordées (*Vicia sativa* L. subsp. *cordata*), les Renoncules des marais (*Ranunculus paludosus**) et à petites fleurs (*R. parviflorus*)...

Les secteurs de landes accueillent plusieurs couples de la rare Fauvette pitchou (*Sylvia undata*). Le grand Corbeau (*Corvus corax*) fréquente régulièrement ce site.

- **ZNIEFF I « Vallon du ruisseau de Bival »**

Cette zone est constituée d'un petit vallon encaissé au fond duquel coule le ruisseau de Bival. Les versants pentus sont couverts de landes à ajoncs et fougères. Ces versants landeux se prolongent au sud-ouest par des parcelles de prairies humides qui dominent le massif dunaire de Biville. Une ancienne carrière est localisée au nord-est de la zone.

Ce site est d'une grande richesse ornithologique, car il accueille quatre espèces d'intérêt patrimonial qui s'y reproduisent. La lande est occupée par deux couples de Fauvettes pitchou (*Sylvia undata*) et deux autres d'Engoulevents d'Europe (*Caprimulgus europaeus*). Le Courlis cendré (*Numenius arquata*) s'est installé dans les prairies humides pour nicher et le Grand Corbeau (*Corvus corax*) a choisi le site de l'ancienne carrière pour y établir son nid.

- **ZNIEFF I « Massif dunaire de Beaubigny »**

Limité au nord par le petit promontoire rocheux de la pointe du Rozel et au sud par les hautes falaises schisteuses du Cap de Carteret, le vaste massif dunaire de Beaubigny constitue l'un des derniers grands ensembles de dunes perchées encore intacts en Europe. Il s'est formé depuis la fin de la dernière glaciation quaternaire. Globalement, il montre pratiquement toute la gamme des formes et situations pouvant exister en milieu dunaire : dunes embryonnaires, mobiles, fixées rases, arbustives, arborées ou perchées, pannes humides.

L'intérêt floristique exceptionnel du site, révélé par la présence de nombreuses espèces rares dont certaines sont protégées au niveau national (**) ou régional (*), est consécutif à la diversité des formes dunaires.

Parmi les espèces édificatrices de la dune embryonnaire, l'Elyme des sables (*Elymus arenarius***) est présente sur le site. Il convient également de signaler la présence originale du Chou marin (*Crambe maritima***), normalement caractéristique des plages de galets.

Au niveau de la dune fixée, mentionnons le Cynodon (*Cynodon dactylon*), l'Ophrys araignée (*Ophrys sphegodes*), la Scille d'automne (*Scilla autumnalis*), l'Arabette hirsute (*Arabis hirsuta*), le Buplèvre aristé (*Bupleurum baldense*), l'Hutchinsie des pierres (*Hutchinsia petraea*), le Rosier pimprenelle (*Rosa pimpinellifolia*), le Silène conique (*Silene conica*), l'Armérie des sables (*Armeria alliacea*), la Légousie hybride (*Legousia hybrida*), la Pensée naine (*Viola kitaibeliana*), le Maceron (*Smyrniolololus atrum*), le Torilis noueux (*Torilis nodosa*), le Trèfle strié (*Trifolium striatum*), l'Œillet prolifère (*Petrorhagia prolifera*), la Mâche de Morison (*Valerianella dentata*), la Cynoglosse officinale (*Cynoglossum officinale*), le Géranium pourpré (*Geranium purpureum*), la Véronique en épi (*Veronica spicata**), le Trèfle pied d'oiseau (*Trifolium ornithopodioides*), l'Orchis moucheron (*Gymnadenia conopsea*).

À cette liste s'ajoutent deux mousses peu communes : *Amblystegium varium* et *Campyllum polygamum*.

L'Argousier (*Hippophae rhamnoides*) constitue par endroits des fourrés arbustifs denses.

De riches végétations hygrophiles, de composition floristique très variée, sont répandues dans toutes les pannes dunaires. Parmi les espèces les plus intéressantes se trouve l'Ache rampante (*Apium repens*), dont les dunes d'Hatainville constituent la seule station en Basse-Normandie. Protégée au niveau national, elle est considérée comme en danger de disparition, menacée par l'assèchement des zones humides et la raréfaction des milieux amphibies pionniers.

Citons également le Flûteau fausse-Renoncule (*Baldellia ranunculoides*), la Laîche à trois nervures (*Carex trinervis**), le Marisque (*Cladium mariscus*), l'Epipactis des marais (*Epipactis palustris*), le Jonc aigü (*Juncus acutus*), les Orchis incarnat (*Dactylorhiza incarnata*) et bouffon (*Orchis morio*), la Bartsie visqueuse (*Parentucellia viscosa*), la Gentiane amère (*Gentianella amarella***), le Gnaphale blanc-jaunâtre (*Gnaphalium luteo-album*), la Littorelle uniflore (*Littorella uniflora***), la Menthe pouliot (*Mentha pulegium*), la Pyrole des dunes (*Pyrola rotundifolia* var. *arenaria***), la Sagine noueuse (*Sagina nodosa**), le Saule rampant des dunes (*Salix repens* ssp. *arenaria*), la Germandrée des marais (*Teucrium scordium* ssp. *scordioides**), la Renoncule de Baudot (*Ranunculus baudotii*).

Les relevés entomologiques effectués sur ce massif dunaire ont révélé une grande diversité d'insectes. Parmi les orthoptères, signalons la présence du rare Oedipode turquoise (*Oedipoda caerulescens*). Un Fourmilion peu commun en Normandie a aussi été observé : *Euroleon nostras*. Au sein des Odonates notons la présence du Sympetrum à nervures rouges (*Sympetrum fonscolombii*), dont la reproduction sur le site a été prouvée par la découverte d'exuvies. Les hyménoptères sont également nombreux sur le site et comptent deux espèces rares : *Podalonia hirsuta*, qui est une espèce d'ordinaire plus méridionale, et une espèce de bourdon, *Pyrobombus jonellus*, qui fréquente habituellement les landes. Notons enfin que ces dunes constituent, avec la pointe d'Agon, l'une des deux stations françaises pour une troisième espèce d'hyménoptère, *Crabro loewi*, découverte ici en 1985.

La faune ornithologique compte notamment la Huppe fasciée (*Upupa epops*), régulièrement observée sur le site, et le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), dont plus de dix couples nichent sur le haut de plage.

- **ZNIEFF I « Mares et dunes de Vauville »**

L'anse de Vauville, comprise entre les deux massifs granitiques du Cap de Flamanville au sud et du Nez de Jobourg au nord, présente sur environ sept kilomètres de long une zone ininterrompue de dunes littorales.

Dans la partie nord de cet ensemble, près du village de Vauville, entre le pied du coteau portant des prairies pâturées et le large cordon dunaire plus au sud, le front dunaire a bloqué l'eau douce au pied du coteau, à un niveau inférieur à celui des hautes mers de vive-eau. Il s'étend ainsi une grande mare de mille deux cent mètres de long et deux cent mètres de large environ, plus ou moins colonisée par une végétation palustre typique des eaux douces, et dont le niveau fluctue selon l'abondance des précipitations.

Le site renferme bon nombre d'espèces végétales rares dont plusieurs bénéficient d'une protection au niveau national (**) ou régional (*). La succession végétale caractéristique des dunes atlantiques y est presque complète.

À la limite supérieure de l'estran, le haut de la plage est dominé par des espèces annuelles subhalophiles et nitrophiles telles l'Arroche (*Atriplex glabriuscula*). Quelques pieds de Chou marin (*Crambe maritima***) suggèrent l'existence de groupements des plages de galets et de graviers mal différenciés.

Les dunes embryonnaires constituent les prémices du cordon dunaire mobile à Oyat (*Ammophila arenaria*).

La dune fixée est physionomiquement caractérisée par une végétation beaucoup plus fermée, riche en espèces remarquables. Citons notamment : la Pensée naine (*Viola kitaibeliana*), l'Armérie (*Armeria plantaginea*), la Véronique en épi (*Veronica spicata**), le Bec de grue glutineux (*Erodium glutinosum*), l'Hutchinsie des pierres (*Hornungia petraea*), la Sagine noueuse (*Sagina nodosa**), l'Asperge prostrée (*Asparagus officinalis* ssp. *prostratus**), la Koelérie blanchâtre (*Koeleria albescens*), la Scille d'automne (*Scilla autumnalis*), le Spiranthe d'automne (*Spiranthes spiralis*), la Vulpie ambiguë (*Vulpia ciliata* ssp. *ambigua*), le Polycarpon à quatre feuilles (*Polycarpon tetraphyllum**), l'Arabette hirsute (*Arabis hirsuta*), l'Herbe à l'esquinancie (*Asperula cynanchica*), la Ravenelle maritime (*Raphanus raphanistrum* ssp. *maritimus*), le Buplèvre aristé (*Bupleurum baldense*), le Rosier pimprenelle (*Rosa pimpinellifolia*), le Cynoglosse officinal (*Cynoglossum officinale*), l'œillet de France (*Dianthus gallicus***).

Une mention spéciale pour l'Hippocrépis à toupet (*Hippocrepis comosa*), espèce rare dans le département de la Manche avec une seule autre station connue, et précieuse en tant qu'unique plante-hôte de la chenille de l'Argus bleu céleste (*Lysandra bellargus*), papillon donc rare aussi.

Les dunes fixées sont parsemées de pannes humides abritant des espèces spécialisées : le Saule rampant (*Salix repens* ssp. *arenaria*), la Menthe pouliot (*Mentha pulegium*), la Germandrée des marais (*Teucrium scordium* ssp. *scordioides**)...

Les mares dunaires permanentes, d'une remarquable richesse, renferment des espèces amphibies telles le Flûteau fausse-Renoncule (*Baldellia ranunculoides*) et la Littorelle uniflore (*Littorella uniflora***). La flore aquatique est également bien représentée, avec notamment la Lentille gibbeuse (*Lemna gibba*), la grande Utriculaire (*Utricularia vulgaris*), les Potamots luisant (*Potamogeton lucens*) et de Ziz (*P. zizii*), l'Ache inondée (*Apium inundatum*), le Cératophylle submergé (*Ceratophyllum submersum**), cinq espèces de Renoncules aquatiques dont la grenouillette à feuilles en éventail (*Ranunculus circinatus*).

Ces mares sont bordées de phragmitaies, scirpaies et typhaies renfermant la Laïche ponctuée (*Carex punctata**), le Jonc aigu (*Juncus acutus*), le Jonc des tonneliers (*Scirpus lacustris*), la Patience maritime (*Rumex maritimus*) ou encore la Renoncule grande Douve (*Ranunculus lingua****) dont la population est aujourd'hui en extension.

De nouvelles espèces sont régulièrement découvertes, parmi lesquelles certaines peu répandues, notamment à la faveur de mesures de gestion du milieu mises en œuvre (broyage de roselière, introduction du pâturage...) : citons le Brome à deux étamines (*Bromus diandrus* subsp. *diandrus*) et la Laïche naine (*Carex serotina* subsp. *pulchella*).

Sur le plan mycologique, quelques espèces rares sont reconnues présentes, notamment *Tulostoma brumale*, *Inocybe fibrosoïdes*, *Inocybe psammophila*, et depuis 2011 *Russula pseudopuellaris*.

La diversité et la complémentarité des milieux s'expriment par une grande richesse en espèces animales, dont certaines sont rares et d'intérêt patrimonial.

Cette zone est surtout connue pour son avifaune diversifiée et riche en espèces remarquables. Plusieurs espèces à nidification peu commune dans la région trouvent ici une quiétude propice, avec toutefois plus ou moins de réussite selon les années. Il s'agit notamment du Fuligule morillon (*Aythya fuligula*), du Fuligule milouin (*Aythya ferina*), du Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), du Râle d'eau (*Rallus aquaticus*), du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), du grand Gravelot (*Charadrius hiaticula*), de la Bouscarle de Cetti (*Cettia cetti*), de la Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*), du Grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*), du Vanneau huppé (*Vanellus*).

En période internuptiale, la grande mare centrale et ses rives constituent un lieu d'escale, de repos ou d'hivernage pour de nombreuses espèces. On peut alors observer beaucoup de canards, le Butor étoilé (*Botaurus stellaris*), la Foulque macroule (*Fulica atra*), la Bécassine des marais (*Gallinago*), la Mésange à moustaches (*Panurus biarmicus*), le Grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis*), le Grèbe jougris (*Podiceps grisegena*).

L'étude de l'entomofaune a révélé la présence d'espèces rares dans plusieurs Ordres importants. Parmi les Odonates, mentionnons l'Agrion vert (*Erythromma viridulum*). Une espèce d'Orthoptère rare est également observée sur ce site : il s'agit de l'Oedipode turquoise (*Oedipoda caerulescens*). Les Coléoptères sont très nombreux, tant sur les secteurs dunaires que dans les prairies humides et les mares. Parmi eux, trois espèces peu communes ont été observées : *Onthophagus similis*, *Aphodius sabulicola*, *Acupalpus elegans*.

Les papillons diurnes et nocturnes sont aussi très nombreux dans cette zone : citons la Sésie de l'œillet marin (*Bembecia muscaeformis*) - espèce auparavant jamais signalée dans la Manche, et découverte en 1992 -, le petit Nacré (*Issoria lathonia*), l'Hespérie des Sanguisorbes (*Spialia sertorius*), le Sphinx de l'Euphorbe (*Hyles euphorbiae*), l'Argus bleu céleste (*Lysandra bellargus*) -qui fait l'objet d'un suivi spécial en rapport avec sa plante-hôte citée plus haut-, le petit Minime (*Pachygastris trifolii*), l'Ecaille (*Spilosoma urticae*), le noctuidé *Mythimna straminea*, la Noctuelle de la Massette (*Nonagria typhae*), la Noctuelle du Rubanier (*Archana sparganii*), les noctuidés *Arenostola phragmitidis*, *Mythimna impura* et *Chilodes maritimus*, le Géomètre *Xanthorhoe biriviata*, la Hausse-Queue fourchue (*Clostera anachoreta*), la Lithosie camplanule (*Eilema lurideola*), le nolidé *Meganola albula*...

L'arachnofaune a également ses représentants, avec notamment l'Argyronète (*Argyroneta aquatica*), présente dans les mares.

La mare centrale et les quelques autres à la périphérie attirent et hébergent un grand nombre d'amphibiens dont certains sont rares, comme le Triton ponctué (*Triturus vulgaris*), les Triton à crête (*Triturus cristatus*) et marbré (*Triturus marmoratus*) ainsi que leur hybride le très rare Triton de Blasius (*Triturus blasii*), le Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), le Crapaud calamite (*Bufo calamita*). Cette richesse batracologique se traduit par la migration de nombreux individus alentour lors de la période de reproduction, ce qui a nécessité des mesures de protection spécifiques contre le risque routier. Enfin, en matière de reptiles, mentionnons uniquement la vipère péliade, pour sa valeur patrimoniale à l'échelle régionale.

- **ZNIEFF I « Landes de Vauville »**

Les landes de Vauville offrent un paysage de collines entrecoupées de vallons dont le fond est toujours occupé par des ruisseaux en très bon état écologique prenant leur source au niveau de résurgences. Le principal d'entre eux, dénommé « ruisseau de la grande vallée », constitue une référence régionale en matière de peuplements hydrobiologiques (macro-invertébrés polluo-sensibles notamment). Au niveau climatique, ces landes sont sous l'influence des vents du sud-ouest et d'ouest dominants. Le climat est de type océanique – breton : nombreuses précipitations, brouillards fréquents. Ces landes reposent sur un substrat essentiellement siliceux mis en place à l'ère primaire (poudingue et arkoses du Cambrien inférieur, grès armoricains de l'Ordovicien, grès de May et schistes de l'Ordovicien d'est en ouest). Dans le secteur sud du Grand Thot, les sables calcarifères d'âge holocène entrent en discordance dans le socle cadomien.

Ce vaste ensemble de landes présente une variété intéressante d'expositions, de conditions hydrologiques et de stratifications. Il en résulte notamment un paysage de grande qualité et une richesse floristique exceptionnelle. Des groupements végétaux rares et menacés en Basse-Normandie y sont présents dans un très bon état de conservation.

On note dans cette zone la présence de nombreuses espèces floristiques rares à très rares, dont certaines protégées au niveau national (**) ou régional (*), telles la petite Centaurée fausse-Scille (*Centaurium scilloides* **), la Violette lactée (*Viola lactea**), l'Orpin d'Angleterre (*Sedum anglicum*), la Romulée à petites fleurs (*Romulea columnae**), le Bec-de-grue musqué (*Erodium moschatum*), la Sibthorpie d'Europe (*Sibthorpia europaea*), le Jonc capité (*Juncus capitatus**), la Montie printanière (*Montia verna*), la Moenchie dressée (*Moenchia erecta*), le Rossolis à feuilles rondes (*Drosera rotundifolia***), la Bartsie visqueuse (*Parentucellia viscosa*), la Grenouillette à feuilles de lierre (*Ranunculus hederaceus*), le Pâturin infirme (*Poa infirma*), le Scirpe cespiteux (*Scirpus cespitosus* ssp. *germanicus**), le Scirpe pauciflore (*Eleocharis quinqueflora**), la Doradille de Billot (*Asplenium billotii*), l'Ajonc de Le Gall (*Ulex gallii*) dont la répartition est strictement atlantique et l'Orchis à larges feuilles (*Dactylorhiza majalis*).

Plusieurs mousses et lichens intéressants ont également été recensés. Citons plus particulièrement *Hyocomium armoricum*, mousse typique des berges de ruisseaux oligotrophes non pollués correspondant à un nombre de stations bas-normandes très limité.

Mentionnons enfin la valeur paysagère unique du site, de par l'étendue des landes et leur position topographique.

La superficie, la position géographique, la composition floristique de cet ensemble de landes sont autant d'éléments favorables à la présence d'une avifaune riche et variée. La nidification de nombreuses espèces rares, typiques des landes, y a été observée. Citons le Courlis cendré (*Numenius arquata*), l'Engoulevent d'Europe (*Caprimulgus europaeus*), le Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*), la Fauvette pitchou (*Sylvia undata*), la Pie-grièche écorcheur (*Lanius collurio*), la Locustelle tachetée (*Locustella naevia*), la Fauvette babillarde (*Sylvia curruca*) et la nidification probable du Merle à plastron (*Turdus torquatus*). Ce site présente également un intérêt pour l'hivernage d'espèces peu répandues telles que le Faucon émerillon (*Falco columbarius*) et le Hibou des marais (*Asio flammeus*).

- **ZNIEFF II « Dunes et falaises de Flamanville au Rozel »**

Les caps de Flamanville et du Rozel correspondent à deux gros dômes de granite, sans doute d'âge carbonifère. Le Rozel montre des affleurements de roches relativement dures, exhaussées par le jeu de failles ou de plis. L'intérêt géomorphologique de ces formations est complété par un grand intérêt botanique dû aux pelouses à thérophytes qui occupent une bonne partie de ces sites.

On note sur ce site de nombreuses espèces rares, protégées au niveau national (***) ou régional (*). Parmi les thérophytes printanières colonisant les pelouses siliceuses, citons la variété maritime de l'Hélianthème à gouttes (*Tuberaria guttata* var. *maritima**), écotype endémique, la Romulée à petites fleurs (*Romulea columnae**), le Polycarpon à quatre feuilles (*Polycarpon tetraphyllum**), le Tabouret des champs (*Thlaspi arvense*). Les dunes du Rozel renferment la Pensée naine (*Viola kitaibeliana*), la Vulpie membraneuse (*Vulpia membranacea*), et la Giroflée des dunes (*Matthiola sinuata**), représentée par une seule touffe. Signalons également la présence sur les falaises de l'Inule faux-crithme (*Inula crithmoides**), du Chou marin (*Crambe maritima***), et au niveau des rochers offrant des conditions sombres et humides, le rare Trichomanès élégant (*Trichomanes speciosum***).

Certaines espèces n'ont toutefois pas été revues depuis un certain nombre d'années. Il s'agit notamment de la petite Centaurée à feuilles en têtes (*Centaurium capitatum***), des Renoncules des marais (*Ranunculus paludosus**) et à petites fleurs (*Ranunculus parviflorus*), du Trèfle de Boccone (*Trifolium bocconeri**), du Trèfle raide (*Trifolium strictum*),

L'intérêt ornithologique du site se révèle par la nidification du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) sur la haute plage, du Vanneau huppé (*Vanellus*) et de la Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*) dans les mielles, de la Fauvette pitchou (*Sylvia undata*) dans les landes, et du grand Corbeau (*Corvus corax*) dans les falaises. On note aussi la présence régulière, en hivernage et en passage inter-nuptial, du grand Gravelot (*Charadrius hiaticula*), du Pluvier argenté (*Pluvialis squatarola*) et du Bécasseau sanderling (*Calidris alba*).

- **ZNIEFF II « La Hague »**

Située dans le nord-ouest Cotentin, la presqu'île granitique de La Hague présente une grande variété de milieux : falaises abruptes prolongées en mer par des îlots et des platiers rocheux, massifs dunaires et plages de sables et de galets, landes atlantiques et pelouses silicoles, marais arrière-littoraux, vallons et ruisseaux, landes tourbeuses et bois. Les murets de pierres sèches ajoutent un cachet pittoresque à cet ensemble paysager exceptionnel, reconnu par le classement du site. Elle s'étend sur une quinzaine de communes, de Héauville au sud, à Gréville-Hague au nord-est.

Cette mosaïque de milieux naturels induit une flore et une faune marines et continentales extraordinairement variées et riches, comptant nombre d'espèces protégées au niveau régional (*) et national (**).

L'estran rocheux adjacent aux falaises est d'une grande richesse algale, par le nombre et la variété des espèces rencontrées. Citons plus particulièrement l'Alarie verte (*Alaria esculenta*), la Bornétie articulée (*Bornetia secundiflora*), la Délesserie sanguine (*Delesseria sanguinea*), trois espèces rares au niveau régional. Elles n'ont pas été observées depuis 1997 (COSSON J.).

Les platiers rocheux sont entrecoupés de plages sableuses, colonisées par endroits par des herbiers de Zostère marine (*Zostera marina**) bien représentés à la Mare aux Marchands (Herqueville/Beaumont Hague) et sur le platier rocheux du Caban dans le havre de Plainvic (Digulleville).

Les levées de galets, fréquentes, sont le domaine du Chou marin (*Crambe maritima***), très abondant dans certains secteurs.

Sur les falaises soumises aux embruns, signalons la présence de la Doradille marine (*Asplenium marinum**), fougère inféodée aux fissures ombragées, de l'Inule faux-crithme (*Inula crithmoides**) ou encore de la forme couchée du Genêt à balais (*Sarothamnus scoparius subsp. prostratus**).

Ces falaises sont surmontées de vastes landes dominées par les bruyères et les ajoncs, rappelant le caractère hyperocéanique du climat et la pauvreté des sols. Dès que l'on quitte le domaine purement marin, elles couvrent la majorité de l'espace littoral mais sont néanmoins diversifiées au gré des variations géologiques, topographiques et microclimatiques. Ainsi, les landes sèches sont parsemées de pelouses rases siliceuses, renfermant notamment le Jonc capité (*Juncus capitatus**), le Polycarpon à quatre feuilles (*Polycarpon tetraphyllum**), la Romulée à petites fleurs (*Romulea columnae**), l'Hélianthème à gouttes (*Tuberaria guttata**), plusieurs espèces de trèfles dont celui de Boccone (*Trifolium bocconi**), et enfin la petite Centaurée fausse-scille (*Centaurium scilloides****) dont La Hague constitue l'unique zone de présence en Basse-Normandie.

Dans le fond des vallons, l'humidité permet le développement de landes hygrophiles à tourbeuses abritant, entre autres, le Rossolis à feuilles rondes (*Drosera rotundifolia***) et le Scirpe cespiteux (*Scirpus cespitosus ssp. germanicus**).

Ce site abrite également la Fougère des montagnes (*Oreopteris limbosperma*), l'Ophrys abeille (*Ophrys apifera*), le Choin noirâtre (*Schoenus nigricans*), l'Asperge prostrée (*Asparagus officinalis subsp. prostratus**), l'Avoine pubescente (*Avenula pubescens*), l'Orchis négligé (*Dactylorhiza praetermissa*), le Bec de grue maritime (*Erodium maritimum**), la Grande douve (*Ranunculus lingua***), l'Hélianthème à gouttes (*Tuberaria guttata*), l'Armérie (*Armeria alliacea*), la Patience des marais (*Rumex palustris*), le *Gallium mollugo ssp. neglectum*, et la Potentille d'Angleterre (*Potentilla anglica**).

Dans la partie sud de la zone, les falaises laissent place à un vaste massif dunaire, comptant parmi les plus puissants de notre littoral. Il regroupe la succession végétale caractéristique des dunes atlantiques depuis le haut de plage jusqu'aux dunes boisées.

Au niveau de la dune fixée, mentionnons le recensement là encore de l'Asperge prostrée (*Asparagus officinalis subsp. prostratus**), mais aussi de l'Œillet de France (*Dianthus gallicus***), de la Garance voyageuse (*Rubia peregrina**), de la Véronique en épi (*Veronica spicata**), et d'un petit champignon caractéristique de ce milieu, Le Tulostome des brumes (*Tulostoma brumale*).

Ces dunes fixées sont parsemées par nombre de dépressions humides dont certaines sont permanentes, constituant ainsi de véritables mares telles qu'à Vauville s'étendant sur environ 2 000 m de long et 500 m de large. Ces dépressions abritent une flore hygrophile spécialisée. Parmi les espèces les plus remarquables, mentionnons la Laîche ponctuée (*Carex punctata**), la Littorelle uniflore (*Littorella uniflora***), le Cératophylle submergé (*Ceratophyllum submersum**), la Pyrole des dunes (*Pyrola rotundifolia***), la Renoncule grande douve (*Ranunculus lingua***), la Germandrée des marais (*Teucrium scordium subsp. scordioides**) et la Sagine noueuse (*Sagina nodosa**). À noter enfin la présence de la Gesse de mer (*Lathyrus japonicus subsp. maritimus***) sur ce site.

Les bryophytes et les lichens comptent quelques espèces intéressantes dont *Gongylanthus ericetorum* (hépatique), *Hypogymnia tubulosa* (lichen), et *Hylocomium armoricum*, mousse typique des berges de ruisseaux oligotrophes non pollués dont le nombre de stations bas-normandes est très limité.

Plusieurs spécificités biologiques caractérisent le site. L'estran rocheux, combiné aux eaux très brassées, génère une faune d'une grande richesse.

Parmi les invertébrés marins intéressants, citons une méduse peu commune, *Lucernaria quadricornis* ; un cnidaire au polype brillamment coloré, *Corynactis viridis* ; et un échinoderme crinoïde, *Antedon bifida*.

Les mollusques gastéropodes marins sont également nombreux sur cet estran rocheux. Parmi eux, mentionnons l'Oreille de Saint-Pierre (*Haliotis tuberculata*), la Porcelaine puce (*Trivia monacha*) et sa cousine *Trivia arctica*, et *Fissurella reticulata*.

De nombreux poissons sont inféodés à cet estran rocheux. Signalons plus particulièrement deux espèces intéressantes : le Nérophis lumbricoïde (*Nerophis lumbriciformis*) et la Syngnathe aiguille (*Syngnathus acus*).

Au niveau entomologique, les connaissances acquises concernent principalement les habitats dunaires et marécageux qui abritent de nombreuses espèces peu communes. Parmi les odonates, citons l'Agrion vert (*Erythromma viridulum*). Une espèce rare d'orthoptère est également observée sur ce site : l'Œdipode turquoise (*Oedipoda caerulescens*).

Les coléoptères sont très nombreux, tant sur les secteurs dunaires que dans les prairies humides et les mares. Parmi eux, trois espèces peu communes ont été observées : *Onthophagus similis*, *Aphodius sabulicola* et *Acupalpus elegans*.

L'arachnofaune a également ses représentants, avec notamment l'Argyronète (*Argyroneta aquatica*) présente dans les mares.

Les papillons diurnes et nocturnes sont aussi très nombreux dans cette zone et leur inventaire a permis d'en observer de très intéressants tels la Sésie de l'Œillet marin (*Bembecia muscaeformis*), espèce découverte en 1992 qui n'avait jamais été signalée dans la Manche, le petit Nacré (*Issoria lathonia*), l'Hespérie de la sanguisorbe (*Spialia sertorius*), le Sphinx de l'euphorbe (*Hyles euphorbiae*), l'Argus bleu céleste (*Lysandra bellargus*), le petit Minime (*Pachygastris trifolii*), l'Ecaille de l'Ortie (*Spilosoma urticae*), la Noctuelle de la massette (*Nonagria typhae*), la Noctuelle du rubanier (*Archanara sparganii*), les noctuidés *Mythimna straminea* et *Mythimna impura*, *Arenostola phragmitidis* et *Chilodes maritimus*, le Géomètre *Xanthorhoe biriviata*, la Hausse-queue fourchue (*Clostera anachoreta*), la Litosie clampanule (*Eilema lurideola*), le nolidé *Meganola albula*...

Les marais arrière-littoraux retiennent un grand nombre d'amphibiens dont certains sont rares, comme le Triton ponctué (*Triturus vulgaris*), le Triton à crête (*Triturus cristatus*), le Triton marbré (*Triturus marmoratus*), le Triton de Blasius (*Triturus Blasii*) - très rare hybride entre les Tritons à crête et marbré -, le Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), le Crapaud calamite (*Bufo calamita*). Des reptiles sont aussi présents, dont la rare Vipère péliade (*Vipera berus*).

Sur le plan ornithologique, la grande richesse du site découle également de la variété et de la qualité des milieux naturels et de la constante complémentarité entre les domaines marin et continental. Les falaises et îlots rocheux retiennent nombre d'oiseaux nicheurs particulièrement intéressants comme le Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), l'Huîtrier-pie (*Haematopus ostralegus*), le Grand Corbeau (*Corvus corax*), le Goéland marin (*Larus marinus*), le Cormoran huppé (*Phalacrocorax aristotelis*), le Pétrel fulmar (*Fulmarus glacialis*). Le Bécasseau violet (*Calidris maritima*) et la Mouette mélanocéphale (*Larus melanocephalus*) y séjournent très régulièrement en hiver. Les habitats dunaires et marécageux abritent le Fuligule milouin (*Aythya ferina*), le Fuligule morillon (*Aythya fuligula*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), le grand Gravelot (*Charadrius hiaticula*), la Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*), le Râle d'eau (*Rallus aquaticus*), le Grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*), l'Hirondelle de rivage (*Riparia*), la Locustelle tachetée (*Locustella naevia*), le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), la Cisticole des joncs (*Cisticola juncidis*). Les vastes secteurs de landes plus ou moins hautes sont le domaine de nidification de l'Engoulevent (*Caprimulgus europaeus*), de la Bouscarle de Cetti (*Cettia cetti*), du Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*), du Courlis cendré (*Numenius arquata*), du Merle à plastron (*Turdus torquatus*), de la Fauvette pitchou (*Sylvia undata*), de la Fauvette babillarde (*Sylvia curruca*).

Concernant les mammifères, le site abrite ponctuellement des espèces intéressantes de chiroptères : le grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*), le grand Murin (*Myotis*), le Vespertilion à oreilles échanquées (*Myotis emarginatus*), le Vespertilion de Daubenton (*Myotis daubentonii*), le Vespertilion de Bechstein (*Myotis bechsteini*) et la Barbastelle (*Barbastella barbastellus*). Six espèces pour lesquelles les galeries souterraines constituent un des lieux d'hibernation de première importance aux plans régional et national. Notons également que ce site renferme la Musaraigne bicolore (*Crocidura leucodon*), assez rare dans cette région.

2. FICHES HABITATS

2.1. HABITATS ASSOCIÉS AUX MILIEUX MARINS, LITTORAUX ET AQUATIQUES CONTINENTAUX

2.1.1. MERS ET OCÉANS

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
11.22	Zones benthiques sublittorales sur sédiments meubles	A5	Sédiment subtidal	1110	Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine
11.24	Falaises maritimes nues	A4	Roche et autres substrats durs circalittoraux	1170	Récifs
Localisation					
Ensemble du secteur marin à l'ouest du CNPE de Flamanville					
Description					
<p>Les habitats de sable et de roche sont situés en zone benthique subtidale et en bordure de zone intertidale. Ils se différencient l'un et l'autre par la nature du Substrat.</p> <p>Sur la quasi-totalité du milieu marin, le substrat est constitué de sable fin. Les deux caps du site d'études (Flamanville et Rozel) se poursuivent dans le domaine marin par des récifs pouvant être colonisés par des algues et par une faune spécifique.</p>			 <p style="text-align: right; font-size: small;">THEMA-Environnement, 2020</p>		
<p><u>Espèces floristiques caractéristiques</u> Aucune plante vasculaire. Pour les algues : Fucus, laminaire, etc.</p>			<p><u>Espèces faunistiques caractéristiques</u> Mammifères marins (Grand dauphin, phoque veau-marin, phoque gris, marsouin commun) Oiseaux marins (Fou de bassan, Puffin des baléares, sterne pierregarin, Pingouin torda...)</p>		
<p><i>En bleu</i> : espèces protégées ; <i>en vert</i> : espèces patrimoniales ; <i>en orange</i> : espèces invasives</p>					

2.1.2. EAUX COURANTES

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
24.1	Lits des rivières	C2.3	Cours d'eau permanents non soumis aux marées, à débit régulier	/	/
24.4	Végétation immergée des rivières	C2	Eaux courantes de surface	3260	Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du <i>Ranunculus fluitantis</i> et du <i>Callitriche-Batrachion</i>
Localisation					
Les rivières et les végétations immergées des rivières sont présentes sur l'ensemble des fonds de vallon de l'aire d'études. Elles correspondent aux lits mineurs des cours d'eau du Grand Douet, du Petit Douet, de la Diélette et du But.					
Description					
<p>Les cours d'eau du site d'études sont des rivières à débit rapide et de faible profondeur. Le substrat est variable allant du sable à des roches grossières. Les faciès hydromorphologiques sont diversifiés (radier, plat lentique, etc.) et favorisent la diversité des habitats aquatiques.</p> <p>Les herbiers aquatiques sont fixés au substrat et se composent de Callitriches et d'Elodées du Canada.</p> <p>Les berges des rivières sont colonisées par des mégaphorbiaies, des prairies humides et des saulaies marécageuses.</p> <p>Ces milieux sont globalement en bon état de conservation sur le territoire. Les principales menaces sont les pollutions diffuses pouvant avoir lieu sur les bassins versants.</p>			 <p>THEMA-Environnement, 2020</p>		
<p>Espèces floristiques caractéristiques Elodée du Canada (<i>Elodea canadensis</i>) Callitriche (<i>Callitriche sp.</i>)</p>			<p>Espèces faunistiques caractéristiques Chabot (<i>Cottus gobio</i>) Truite de mer (<i>Salmo trutta</i>) Anguille (<i>Anguilla anguilla</i>) Agrion de Mercure (<i>Coenagrion mercuriale</i>) Campagnol amphibie (<i>Arvicola sapidus</i>) Crossope aquatique (<i>Neomys fodiens</i>)</p>		
<p><i>En bleu</i> : espèces protégées ; <i>en vert</i> : espèces patrimoniales ; <i>en orange</i> : espèces invasives</p>					

2.1.3. MARES ET PLANS D'EAU

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
22.1	Eaux douces	C1	Eaux dormantes de surface		
22.4	Végétations aquatiques	C1.1	Lacs, étangs et mares eutrophes permanents	3150	Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition
Localisation					
Les mares et plans d'eau sont présents ponctuellement sur le site d'étude.					
Description					
<p>Les eaux stagnantes et les végétations de bord des eaux peuvent être constituées de multiples habitats d'eau douce, avec ou sans végétation. Les paramètres physico-chimiques qui influencent la répartition des communautés végétales sont la salinité, la profondeur de la pièce d'eau, etc. Ces milieux regroupent l'ensemble des communautés aquatiques végétalisées ou non et les berges boueuses, sablonneuses et graveleuses ainsi que les fonds asséchés des lacs.</p>					
<p>Les espèces les plus fréquentes sur les ceintures de bords des eaux sont la Salicaire, la Scrofulaire aquatique, la Glycérie flottante, la Ache inondée, l'Œnanthe safranée, etc. Les pièces d'eau sont, elles, colonisées par des communautés de potamots (potamot à feuilles de renouée, etc.), les lentilles d'eau (lentille commune, lentille d'eau minuscule, etc.) et les Callitriches.</p>					
<p>Espèces floristiques caractéristiques Scrofulaire aquatique (<i>Scrophularia auriculata</i>) Glycérie flottante (<i>Glyceria fluitans</i>) Potamot à feuille de renouée (<i>Potamogeton polygonifolius</i>) Lentille commune (<i>Lemna minor</i>) Lentille d'eau minuscule (<i>Lemna minuta</i>) Ache inondée (<i>Apium inundatum</i>) En bleu : espèces protégées ; en vert : espèces patrimoniales ; en orange : espèces invasives</p>			<p>Espèces faunistiques caractéristiques Triton alpestre (<i>Ichthyosaura alpestris</i>) Triton crêté (<i>Triturus cristatus</i>) Grenouille rousse (<i>Rana temporaria</i>) Salamandre tachetée (<i>Salamandra salamandra</i>) Murin de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>)</p>		

2.2. HABITATS TERRESTRES ASSOCIÉS AUX MILIEUX LITTORAUX ET CONTINENTAUX

2.2.1. LANDES SÈCHES ATLANTIQUES

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
31.23	Landes atlantiques à <i>Erica</i> et <i>Ulex</i>	E3.4	Landes atlantiques à <i>Erica</i> et <i>Ulex</i>	4030-7 4030-3	Landes littorales à Ajonc de Le Gall prostré et à Bruyère cendrée Landes atlantiques sub-sèche
Localisation					
Les landes sèches atlantiques sont présentes sur le Cap de Flamanville, sur la lande des Pièux et sur le versant nord du Petit Douet.					
Description					
<p>Les landes sèches atlantiques sont observées sur les côteaux et les bords de falaises, sur des sols fins et au socle granitique affleurant.</p> <p>Le vent important sur ces secteurs donne une physionomie rase et compacte à ces landes avec une hauteur inférieure à 0.5 mètre.</p> <p>Le cortège floristique se compose pour la strate arbustive de Bruyère cendrée (<i>Erica cinerea</i>), Callune (<i>Calluna vulgaris</i>), d'Ajonc d'Europe (<i>Ulex europaeus</i>), d'Ajonc de Le Gall (<i>Ulex gallii</i>) et d'Ajonc nain (<i>Ulex minor</i>).</p> <p>La densité importante de ces chaméphytes ne permet pas le développement d'une strate herbacée diversifiée. Les espèces observées fréquemment sont la Potentille tormentille (<i>Potentilla erecta</i>), la Danthonie (<i>Danthonia decumbens</i>), la Molinie bleue (<i>Molinia caerulea</i>), l'Agrostide capillaire (<i>Agrostis capillaris</i>) et la Jasione des montagnes (<i>Jasione montana</i>).</p> <p>Les landes situées sur les pointes littorales subissent une influence plus forte des facteurs physique (embruns, vent). Le cortège observé comprend en plus des espèces littorales : Silène maritime (<i>Silene maritima</i>), la Fétuque pruinuse (<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>pruinosa</i>) et Armérie maritime (<i>Armeria maritima</i>) notamment.</p> <p>Les landes atlantiques sont des habitats d'intérêt communautaire. Ces milieux sont rares et en régression sur le territoire. Ils ont une forte valeur patrimoniale.</p>					
<p><u>Espèces floristiques caractéristiques</u></p> <p>Bruyère cendré (<i>Erica cinerea</i>) Callune (<i>Calluna vulgaris</i>) Molinie (<i>Molinia caerulea</i>) Ajonc de LeGall (<i>Ulex gallii</i>) Ajonc nain (<i>Ulex minor</i>) Ajonc d'Europe (<i>Ulex europaeus</i>) Fétuque pruinuse (<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>pruinosa</i>) Potentille tormentille (<i>Potentilla erecta</i>) Fougère aigle (<i>Pteridium aquilinum</i>)</p>			<p><u>Espèces faunistiques caractéristiques</u></p> <p>Fauvette pitchou (<i>Sylvia undata</i>) Engoulevent d'Europe (<i>Caprimulgus europaeus</i>) Linotte mélodieuse (<i>Linaria cannabina</i>) Bruant jaune (<i>Emberiza citrinella</i>) Tadome de belon (<i>Tadorna tadorna</i>) Bruant des roseaux (<i>Emberiza schoeniclus</i>) Cniquet des ajoncs (<i>Chorthippus binotatus</i>)</p>		
<p><i>En bleu</i> : espèces protégées ; <i>en vert</i> : espèces patrimoniales ; <i>en orange</i> : espèces invasives</p>					



THEMA-Environnement, 2020

2.2.2. PLAGES, HAUTS DE PLAGES ET CORDONS DE GALETS

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
16.11	Plages de sable sans végétation	B1.2	Plages sableuses au-dessus de la laisse de mer		
16.12	Groupements annuels des plages de sable	B1.1	Laisses de mer des plages sableuses	1210-1	Laisses de mer sur substrat sableux à vaseux des côtes Manche-Atlantique et mer du Nord
16.13	Groupements vivaces des plages de sable	B1.1	Laisses de mer des plages sableuses	1210-1	Laisses de mer sur substrat sableux à vaseux des côtes Manche-Atlantique et mer du Nord
17.32	Groupements à Crambe de la Manche	B2.32	Communautés de la Manche à <i>Crambe maritima</i>	1220-1	Végétation des hauts de cordons de galets
Localisation					
Au nord du CNPE de Flamanville le long de l'Anse de Vauville et au sud de CNPE le long de l'anse de Scioto.					
Description					
<p>Les plages et les milieux associés sont constituées de substrats variés de sables très fins à des galets grossiers de plusieurs centimètres de diamètre.</p> <p>Les plages de sable (16.11), sans végétation sont localisées sur l'estran, entité recouverte à chaque marée. Aucune plante vasculaire ne se développe sur ce milieu localement.</p> <p>Les groupements annuels et vivaces des plages de sable se situent sur la partie la plus haute de l'estran sur les zones d'accumulation d'algues formant les laisses de mer. Ces communautés sont atteintes lors des hautes mers par la marée. Le substrat est riche en matière organique en décomposition, ce qui engendre la présence d'une flore nitrophile. Ces habitats sont mobiles sur les hauts de plage, car ils sont fortement liés aux mouvements sédimentaires.</p> <p>Les groupements annuels sont constitués d'Arroche des sables (<i>Atriplex laciniata</i>), Roquette de mer (<i>Cakile maritima</i>) et de Salsovie (<i>Salsola kali</i>).</p> <p>Les groupements vivaces sont constitués de l'Elyme des sables (<i>Leymus arenarius</i>), du Faux-pourprier (<i>Honckenya peploides</i>) et de la Criste marine (<i>Crithmum maritimum</i>). Ils se développent sur des substrats plus grossiers que le précédent habitat.</p> <p>Un cordon de galet est présent uniquement dans l'anse de Scioto. La végétation est très éparse mais existante. Elle se localise sur les niveaux situés au-dessus des hautes mers de vives eaux. Sous ce niveau, l'instabilité constante due aux mouvements des marées, aux embruns et ponctuellement aux tempêtes, empêche l'implantation de la végétation. Les espèces observées sont le Chou marin (<i>Crambe maritima</i>), la Bette maritime (<i>Beta maritima</i>) et la Criste marine.</p>					
 <p style="text-align: right; font-size: small;">THEMA-Environnement, 2020</p>					

Les habitats naturels des hauts de plage et des cordons de galet sont d'intérêt communautaire. Ils abritent également plusieurs espèces animales et végétales d'intérêt patrimonial ou protégées. De par leurs positions, ils sont fortement soumis à la fréquentation en période estivale.

Les enjeux de conservation liés à ces milieux sont **forts**.

Espèces floristiques caractéristiques

Elyme des sables (*Leymus arenarius*)

Bette maritime (*Beta vulgaris* subsp. *maritima*)

Salsolie (*Salsola kali*)

Chou marin (*Crambe maritima*)

Arroche des sables (*Atriplex laciniata*)

Faux-pourpier (*Honckenya peploides*)

Espèces faunistiques caractéristiques

Grand Gravelot (*Charadrius hiaticula*)

Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*)

Hirondelle de rivage (*Riparia riparia*)

En bleu : espèces protégées ; *en vert* : espèces patrimoniales ; *en orange* : espèces invasives ;

2.2.3. DUNES

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
16.21	Dunes mobiles	B1.3	Dunes côtières mobiles	2110-1 2120-1	Dunes mobiles embryonnaires atlantiques Dunes mobiles à <i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arenaria</i> des côtes atlantiques
16.22	Dunes grises	B1.4	Pelouses des dunes côtières fixées	2130*-1	Dunes grises de la mer du nord et de la Manche
16.3	Lettes dunaires humides	B1.8	Pannes dunaires humides	2190	Pannes dunaires humides
Localisation					
Les milieux dunaires sont présents au sein du site d'études sur le massif de Biville au nord du CNPE de Flamanville et sur les dunes du Rozel au sud du CNPE.					
Description					
<p>Les milieux dunaires sont distingués entre quatre type d'habitats bien distincts les uns des autres, mais très imbriqués au sein des massifs dunaires : les dunes embryonnaires, les dunes mobiles, les dunes grises et les pannes dunaires.</p> <p>La dune embryonnaire se trouve à l'interface entre le haut de plage et les dunes mobiles. Elle est atteinte par la mer uniquement lors des hautes marées de vives eaux. Le substrat sur lequel elle se développe est donc riche en matière organique.</p> <p>Il s'agit d'une communauté pionnière pauvre en espèce. Les deux espèces caractéristiques des dunes embryonnaires sont l'Elyme des sables (<i>Leymus arenarius</i>) et le Chiendent des sables (<i>Elymus farctus</i>).</p>				 <p style="text-align: right; font-size: small;">THEMA-Environnement, 2020</p>	
<p>Les dunes mobiles sont l'étape suivant de la succession. Cette communauté est favorisée par l'enfouissement régulier de sable éolien. Les espèces dominantes sont l'Oyat (<i>Ammophila arenaria</i>), le Liseron des dunes (<i>Calystegia soldanella</i>) et le Chardon maritime (<i>Eryngium maritimum</i>).</p>					
<p>Les dunes grises sont l'habitat naturel le plus répandu au sein des massifs dunaires. Il s'agit du dernier stade de la succession dunaire ouverte. Les apports éoliens de sables sont plus faibles. Le substrat composé de sable est plus stable et permet de développement d'un cortège floristique plus important. Les espèces caractéristiques de la dune grises sont la Laïche des sables (<i>Carex arenaria</i>), l'Euphorbe des estuaires (<i>Ephorbia segetalis</i> subsp. <i>portlandica</i>), la Queue de lièvre (<i>Lagurus ovatus</i>), la Koelerie glauque (<i>Koeleria albescens</i>) et la Véronique en épis (<i>Veronica spicata</i>).</p>					
<p>Au sein du complexe dunaire de Biville se trouvent de nombreuses dépressions en eau une partie de l'année. Ces dépressions accueillent une grande diversité de milieux : pelouse amphibie, bas-marais à Choin noirâtre (<i>Schoenus nigricans</i>), herbier aquatique à Characées, roselière à Jonc maritime (<i>Juncus maritimus</i>) et Cladiaie.</p> <p>Ces habitats sont tous d'intérêt communautaire et abritent un nombre élevé d'espèce végétale protégée où d'intérêt patrimonial. Leur enjeu de conservation est fort.</p>					

Espèces floristiques caractéristiquesElyme des sables (*Leymus arenarius*)Epipactis des marais (*Epipactis palustris*)Choin noirâtre (*Schoenus nigricans*)Pyrole à feuille ronde (*Pyrola rotundifolia*)Véronique en épis (*Veronica spicata*)Laîche des sables (*Carex arenaria*)Bec de grue musqué (*Erodium moschatum*)Gaillet des sable (*Galium arenarium*)Saufe rampant (*Salix repens*)*En bleu* : espèces protégées ; *en vert* : espèces patrimoniales ; *en orange* : espèces invasivesEspèces faunistiques caractéristiquesPipit farlouse (*Anthus pratensis*)Traquet motteux (*Oenanthe oenanthe*)Alouette des champs (*Alauda arvensis*)Azuré bleu-céleste (*Lysandra bellargus*)Criquet de la Palène (*Stenobothrus lineatus*)Gomphocère tacheté (*Myrmeleottetix maculatus*)

2.2.4. BOISEMENTS MÉSOPIHILES

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
41.12	Hêtraies atlantiques acidiphiles	G1.62	Hêtraies acidophiles atlantiques	9120	Hêtraies atlantiques acidophiles à sous-bois à <i>Ilex</i> et parfois <i>taxus</i>
41	Forêts caducifoliées	G1	Hêtraies	/	/
43	Forêts mixtes	G4	Formations mixtes d'espèces caducifoliées et de conifères	/	/

Localisation

Les boisements sont présents sur deux secteurs distincts du site d'études : à l'est du hameau Bonnemains sur la commune de Flamanville et le long des vallées du petit et de grand Douet.

Description

Les boisements présents au sein du site d'études sont rattachés à différents habitats suivant leur naturalité.

Les **Hêtraies atlantiques acidiphiles (41.12)** sont les boisements mésophiles les plus typiques observés sur le site d'études. Ils sont constitués de trois strates est certaines des espèces rencontrées sont typiquement forestières.

La strate arborée est dominée par trois essences, le chêne pédonculé, le Hêtre et le châtaignier.

La strate arbustive est constituée de Houx, de Chèvrefeuille, d'If est de Fragon.



La strate herbacée est composée d'espèces typiques des hêtraies, telles que le Nombriil de Vénus, Le Scolopendre, la Circée de Paris, la Jacinthe sauvage et la Violette de Rivin.

Les **forêts de caducifoliés** sont les boisements mésophiles peu typiques, avec un strate herbacée pauvre et dominée par les Ronce et la Fougère aigles.

Les **forêts mixtes** sont des boisements mésophiles dans lesquels se développent des résineux de manière subspontanée. Les deux principales essences sont le Sapin blanc et le Pin sylvestre.

<u>Espèces floristiques caractéristiques</u>	<u>Espèces faunistiques caractéristiques</u>
Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>)	Murin à moustaches (<i>Myotis mystacinus</i>)
Chêne pédonculé (<i>Quercus robur</i>)	Murin de Bechstein (<i>Myotis bechsteini</i>)
Châtaignier (<i>Castanea sativa</i>)	Oreillard roux (<i>Plecotus auritus</i>)
Fragon (<i>Ruscus aculeatus</i>)	Grenouille rousse (<i>Rana temporaria</i>)
Houx (<i>Ilex aquifolium</i>)	Salamandre tachetée (<i>Salamandra salamandra</i>)
Violette de Rivin (<i>Viola riviniana</i>)	Bouvreuil pivoine (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)
Robinier faux-acacia (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	Lucane cerf-volant (<i>Lucanus cervus</i>)

En bleu : espèces protégées ; *en vert* : espèces patrimoniales ; *en orange* : espèces invasives

2.2.5. FOURRÉS ET FORÊTS HUMIDES

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
44.12	Saussaies de plaine, collinéennes et méditerranéo-montagnardes	F9.12	Fourrés ripicoles planitiaires et collinéennes à <i>Salix</i>	/	/
44.31	Forêts de Frênes et d'Aulnes des ruisselets et des sources (<i>Rivulaires</i>)	G1.211	Bois des ruisseaux et sources à <i>Fraxinus</i> et <i>Alnus</i>	91E0*	Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i>
Localisation					
Les boisements humides sont présents le long des ruisseaux et rivières dans les lits majeurs et sur les têtes de bassins versants.					
Description					
<p>Les boisements humides de Frênes et d'Aulnes sont un habitat d'intérêt communautaire. Le sol est gorgée d'eau une partie de l'année grâce à l'affleurement de la nappe d'eau souterraine.</p> <p>La strate arborée est constituée d'Aulnes glutineux et de Frênes élevées.</p> <p>La strate arbustive est quasiment absente. Seuls quelques Saule roux sont présents.</p>			 <p style="text-align: right; font-size: small;">THEMA-Environnement, 2019</p>		
<p>La strate herbacée est composée d'espèces sciaphiles et hygrophiles. Les plus caractéristiques sont la Dorine à feuilles opposées, le Cresson de cheval, la Laïche espacée et l'Iris faux-acore. Un cortège riche en bryophytes accompagne ces espèces.</p> <p>Les saulaies marécageuses sont des fourrés arbustifs humides dominées par le Saule roux. La strate arbustive est très dense. La strate herbacée est très variable en fonction des conditions stationnelles de la saulaie. Elle peut être constituée d'espèce principalement mésophiles en situation topographique haute, comme d'espèces des mégaphorbiaies en situation proche de la nappe.</p>					
<p>Espèces floristiques caractéristiques</p> <p>Frêne élevé (<i>Fraxinus excelsior</i>)</p> <p>Saule roux (<i>Salix atrocinerea</i>)</p> <p>Aulne glutineux (<i>Alnus glutinosa</i>)</p> <p>Dorine à feuilles opposées (<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>)</p> <p>Cresson de cheval (<i>Veronica beccabunga</i>)</p> <p>Laïche espacée (<i>Carex remota</i>)</p> <p>Iris faux-acore (<i>Iris pseudacorus</i>)</p> <p>Cardamine flexueuse (<i>Cardamine flexuosa</i>)</p>			<p>Espèces faunistiques caractéristiques</p> <p>Murin à moustaches (<i>Myotis mystacinus</i>)</p> <p>Murin de Bechstein (<i>Myotis bechsteini</i>)</p> <p>Oreillard roux (<i>Plecotus auritus</i>)</p> <p>Grenouille rousse (<i>Rana temporaria</i>)</p> <p>Salamandre tachetée (<i>Salamandra salamandra</i>)</p> <p>Orvet fragile (<i>Anguis fragilis</i>)</p> <p>Lézard vivipare (<i>Zootoca vivipara</i>)</p> <p>Bouveuil pivoine (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)</p> <p>Lucane cerf-volant (<i>Lucanus cervus</i>)</p>		
<p><i>En bleu</i> : espèces protégées ; <i>en vert</i> : espèces patrimoniales ; <i>en orange</i> : espèces invasives</p>					

2.2.6. FOURRÉS MÉSOPHILES

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
31.8	Fourrés	F3.1	Fourrés tempérés	/	/
Localisation					
Ponctuellement sur l'ensemble de l'aire d'étude terrestre, mais avec une densité plus importante sur le littoral.					
Description					
<p>Les fourrés mésophiles sont des formations arbustives de 2 à 3 mètres de hauteur dominées par l'épine noire, la ronce, le Troène commun. Ces formations sont denses et peu pénétrables. La strate herbacée est pauvre et comprend essentiellement des espèces à large amplitude.</p> <p>Ces formations végétales sont dans certains cas issues d'une absence de gestion sur les milieux. La dynamique tend alors à fermer ces milieux.</p>			 <p style="text-align: right; font-size: small;">THEMA-Environnement, 2020</p>		
<p>L'intérêt écologique de ces fourrés est considéré comme modéré. Toutefois, quelques espèces patrimoniales y sont fréquemment rencontrées, notamment des reptiles et des oiseaux. Quelques espèces invasives sont susceptibles de s'y rencontrer, notamment la vergerette du Canada ou la renouée du Japon, qui peut être très dense sur certains secteurs.</p>					
<p><u>Espèces floristiques caractéristiques</u></p> <p>Epine noire (<i>Prunus spinosa</i>) Ronce (<i>rubus sp.</i>) Dactyle (<i>Dactylis glomerata</i>) Aubépine à un style (<i>Crataegus monogyna</i>)</p>			<p><u>Espèces faunistiques caractéristiques</u></p> <p>Vipère péliade (<i>Vipera berus</i>) Coronelle lisse (<i>Coronella austriaca</i>) Bruant jaune (<i>Emberiza citrinella</i>) Linotte mélodieuse (<i>Linaria cannabina</i>) Tourterelle des bois (<i>Streptopelia turtur</i>)</p>		
<p><i>En bleu</i> : espèces protégées ; <i>en vert</i> : espèces patrimoniales ; <i>en orange</i> : espèces invasives</p>					

2.2.7. FALAISES ET PELOUSES AÉROHALINES

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
18.21	Groupements des falaises Atlantiques	B3.31	Communautés des falaises littorales Atlantiques	1230	Falaises avec végétation des côtes atlantiques et baltiques
Localisation					
Les complexes de falaises et de pelouses aérohalines sont localisés sur le Cap de Flamanville, le Cap du Rozel					
Description					
<p>Les secteurs rocheux littoraux du site d'études sont dominés par une mosaïque de pelouses aérohalines, de dalles de granite quasiment nues et de fourrés ras.</p> <p>Les pelouses aérohalines sont modelées par le vent et les embruns. Elles ont un faciès ras et compact. Les espèces qui s'y développent sont spécifiques pour une large part d'entre-elle. La Fétuque pruveuse domine largement le cortège, elle est accompagnée de l'Armérie maritime, de la Criste marine, la Carotte à gomme, du Cranson du Danemark, de l'Orpin des anglais, de la Silene maritime, etc.</p>			 <p style="text-align: right; font-size: small;">THEMA-Environnement, 2020</p>		
<p>Les interstices des falaises littorales sont colonisés par le Statice de Dodart, l'Inule faux crithme, la Doradille marine, la Spergulaire marine, etc.</p> <p>Les fourrés littoraux présents sur ce secteur ont des faciès ras. Ils sont principalement composés de Prunelliers, Fougère aigle, Ronce, Ajonc d'Europe etc.</p> <p>L'intérêt écologique des falaises littorales et des végétations associés est très fort. Ils abritent une flore et une faune d'intérêt patrimonial ou protégées localement.</p>					
<p><u>Espèces floristiques caractéristiques</u></p> <p>Fétuque pruveuse (<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>pruinosa</i>) Carotte à gomme (<i>Daucus carota</i> subsp. <i>gummifer</i>) Statice de Dodart (<i>Limonium dodartii</i>) Inule faux crithme (<i>Inula crithmoides</i>) Doradille marine (<i>Asplenium marinum</i>) Ajonc d'Europe (<i>Ulex europeus</i>) Trèfle occidental (<i>Trifolium occidentale</i>) Armerie maritime (<i>Armeria maritima</i>) Silene maritime (<i>Silene vulgaris</i> subsp. <i>maritima</i>)</p>			<p><u>Espèces faunistiques caractéristiques</u></p> <p>Grand Corbeau (<i>Corvus corax</i>) Goéland argenté (<i>Larus argentatus</i>) Faucon pèlerin (<i>Falco peregrinus</i>) Choucas des tours (<i>Corvus monedula</i>)</p>		
<p><i>En bleu</i> : espèces protégées ; <i>en vert</i> : espèces patrimoniales ; <i>en orange</i> : espèces invasives</p>					

2.2.8. PRAIRIES NATURELLES MÉSOPHILES

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
38.1	Pâtures mésophile	E2.1	Pâturages permanents mésotrophes et prairies de post-pâturage	/	/
38.2	Prairie à fourrage de plaines	E2.2	Prairies de fauche de basse et moyenne altitudes	6510	Pelouses maigres de fauche de basse altitude
Localisation					
Les prairies mésophiles sont présentes sur l'ensemble des milieux bocagers du site d'études.					
Description					
<p>Les prairies mésophiles sont divisées en deux catégories d'habitat suivant le mode de gestion dominant observé : fauche ou pâturage.</p> <p>Ces habitats sont régulièrement enrichis en matière organique par les exploitants, afin d'améliorer la qualité fourragère de la prairie. Cette pratique diminue cependant la diversité floristique et homogénéise le cortège présent. Seules les espèces à large amplitude et résistante à la compétition se développent dans ces conditions.</p>			 <p style="text-align: right; font-size: small;">THEMA-Environnement, 2020</p>		
<p>Les prairies pâturées (38.1) ont un cortège floristique réduit, dominé par des espèces supportant bien la pression de pâturage, telle que le trèfle rampant, la crénelle des prés ou la pâquerette. Ces groupements sont relativement pauvres en espèces.</p> <p>Les prairies de fauche (38.2) ont un cortège généralement plus diversifié, les dicotylédones sont plus nombreuses et donnent un aspect plus coloré à ces communautés. Cependant les apports de matières organiques sont possibles et tendent à homogénéiser le cortège végétal.</p> <p>L'intérêt écologique des prairies mésophiles peut être variable en fonction de la gestion pratiquée. Une prairie soumise à un fort pâturage et fertilisée aura un intérêt écologique faible tandis qu'une prairie mésophile en fauche extensive aura un intérêt écologique fort.</p>					
<p>Espèces floristiques caractéristiques</p> <p>Fromental (<i>Arrhenatherum elatius</i>) Trèfle des prés (<i>Trifolium pratense</i>) Crénelle des prés (<i>Trisetum flavescens</i>) Grande marguerite (<i>Leucanthemum vulgare</i>) Centaurée de Jacée (<i>Centaurea jacea</i>) Renoncule bulbeuse (<i>Ranunculus bulbosus</i>) Lotier corniculé (<i>Lotus corniculatus</i>) Flouve odorante (<i>Anthoxanthum odoratum</i>)</p>			<p>Espèces faunistiques caractéristiques</p> <p>Grand Murin (<i>Myotis myotis</i>) Grand Rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>) Taupe d'Europe (<i>Talpa europaea</i>) Bergeronnette printanière (<i>Motacilla flava</i>) Tariet pâtre (<i>Saxicola rubicola</i>) Myrtil (<i>Maniola jurtina</i>) Criquet des pâtures (<i>Pseudochorthippus parallelus</i>)</p>		
<p><i>En bleu</i> : espèces protégées ; <i>en vert</i> : espèces patrimoniales ; <i>en orange</i> : espèces invasives</p>					

2.2.9. PRAIRIES HUMIDES

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
37.21	Prairies humides atlantiques et sub-atlantiques	E3.41	Prairies atlantiques et subatlantiques humides	/	/
37.22	Prairies à Jonc acutiflore	E3.42	Prairies à <i>Juncus acutiflorus</i>	/	/

Localisation
Les prairies humides, les roselières et les mégaphorbiaies sont présents dans les lits majeurs des cours d'eau du site d'études.

Description
<p>Les prairies humides sont des communautés caractéristiques de zones humides. Elles sont présentes dans les lits majeurs du site d'études et en tête de bassins versants. Le sol est saturé en eau une partie de l'année.</p> <p>Les prairies humides sont distinguées en deux ensembles en fonction du mode de gestion avec d'une part les prairies de fauche humide et d'autre part les prairies pâturées humides. La gestion entreprise va fortement influencer le cortège floristique. Les prairies pâturées sont dominées par le Jonc diffus, le Crételle hérissée, la Renoncule rampante, la Potentille des oies et l'Agrostide stolonifère. Celles observées lors des prospections de terrain montrées une eutrophie plus marquée que pour les prairies fauchées.</p> <p>Les prairies de fauche humides ont comme espèces caractéristiques sur le territoire le Jonc à tépales aigus, Le Vulpin des prés, le Scirpe des marais, l'Agrotide des chiens, la Renoncule flamette et le Vulpin genouillé. Ces prairies sont moins mésotrophiles.</p>

<p><u>Espèces floristiques caractéristiques</u> Agrostide stolonifère (<i>Agrostis stolonifera</i>) Agrostis des chiens (<i>Agrostis canina</i>) Renoncule rampante (<i>Ranunculus repens</i>) Angélique des bois (<i>Angelica sylvestris</i>) Scirpe des marais (<i>Eleocharis palustris</i>) Renoncule flamette (<i>Ranunculus flammula</i>)</p>	<p><u>Espèces faunistiques caractéristiques</u> Pipit farlouse (<i>Anthus pratensis</i>) Bouscarle de Cetti (<i>Cettia cetti</i>) Cisticole des joncs (<i>Cisticole juncidis</i>) Criquet ensanglanté (<i>Stethophyma grossum</i>)</p>
--	--



THEMA-Environnement, 2020

2.2.10. VÉGÉTATIONS HUMIDES HAUTES

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
37.1	Communautés à Reine des prés et communautés associées	E5.421	Communautés à grandes herbacées occidentales némorales des prairies humides	/	/
53.1	Roselières	C3.2	Roselières et formations de bordure à grands héliophytes autres que les roseaux	/	/
53.2	Communauté à grandes laïches	D5.2	Formations à grandes Cypéracées normalement sans eau libre	/	/

Localisation
Les prairies humides, les roselières et les mégaphorbiaies sont présents dans les lits majeurs des cours d'eau du site d'études.

Description
<p>Les cariçaies, les roselières et les mégaphorbiaies sont des groupements végétaux déterminants de zones humides. Ils sont présents dans les lits majeurs des cours d'eau et en tête de bassins versants. Ils sont principalement répartis de manière linéaire le long des cours d'eau. Le sol est saturé en eau une partie de l'année.</p> <p>Les mégaphorbiaies sont des communautés de hautes herbes observées aux abords des fossés et dans les prairies humides en déprise. Les espèces caractéristiques sont l'Œnanthe safranée, la Salicaire, l'Angélique des bois, le Cirse de marais, le Liset, la Douce-amère et l'Epilobe hirsute. Une espèce invasive est particulièrement présente dans cette végétation, il s'agit de la Balsamine de l'Himalaya, bien présente sur le territoire.</p> <p>Les Roselières et les caricées sont observées en bordure de cours principalement. Les espèces caractéristiques sont le Phragmites, la Laïche paniculée, le Souchet long et la Baldingère faux-roseaux.</p>

Espèces floristiques caractéristiques	Espèces faunistiques caractéristiques
Phragmites (<i>Phragmites australis</i>)	Pipit farlouse (<i>Anthus pratensis</i>)
Souchet long (<i>Cyperus longus</i>)	Bouscarle de Cetti (<i>Cettia cetti</i>)
Angélique des bois (<i>Angelica sylvestris</i>)	Cisticole des joncs (<i>Cisticole juncidis</i>)
Scirpe des marais (<i>Eleocharis palustris</i>)	Criquet ensanglanté (<i>Stethophyma grossum</i>)
Renoncule flamette (<i>Ranunculus flammula</i>)	
Balsamine de l'Himalaya (<i>Impatiens glandulifera</i>)	



THEMA-Environnement, 2020

2.2.11. CULTURES

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
82.2	Cultures avec marges de végétation spontanée	X07	Cultures intensives parsemées de bandes de végétation naturelle et/ou semi-naturelle	/	/
Localisation					
Les cultures sont localisées sur tous les plateaux présents au sein du périmètre d'études.					
Description					
<p>Les cultures correspondent essentiellement à des champs de maïs, céréales et colza. La végétation qui s'y développe est limitée par les techniques culturales utilisées et reste principalement cantonnée aux marges des parcelles. Quelques espèces adventices sont fréquemment présentes : la Matricaire camomille (<i>Matricaria chamomilla</i>), l'Echinochloé pied-de-coq (<i>Echinochloa crus-galli</i>), la Pensée des champs, (<i>Viola arvensis</i>), la Renouée des iserons (<i>Fallopia convolvulus</i>), etc.</p> <p>Tout comme la flore, la faune est peu diversifiée et se réduit essentiellement à des espèces d'oiseaux, comme l'Alouette des champs, la Buse variable, la Corneille noire, le Faisan de Colchide ou encore le Pigeon ramier qui viennent s'y alimenter.</p>			 <p style="text-align: right; font-size: small;">THEMA-Environnement, 2020</p>		
L'intérêt écologique des cultures est considéré comme faible compte tenu de l'importante artificialisation de ces milieux, conjuguée à la faible diversité d'espèces végétales et animales.					
<p><u>Espèces floristiques caractéristiques</u></p> <p>Renouée des iserons (<i>Fallopia convolvulus</i>) Matricaire camomille (<i>Matricaria chamomilla</i>) Pensée des champs (<i>Viola arvensis</i>) Echinochloé pied-de-coq (<i>Echinochloa crus-galli</i>) Spergulaire des champs (<i>Spergula arvensis</i>) Pâturin annuel (<i>Poa annua</i>) Véronique des champs (<i>Veronica arvensis</i>)</p>			<p><u>Espèces faunistiques caractéristiques</u></p> <p>Alouette des champs (<i>Alauda arvensis</i>) Faucon crécerelle (<i>Falco tinnunculus</i>) Faisan de colchide (<i>Phasianus colchicus</i>) Corbeau freux (<i>Corvus frugilegus</i>) Perdrix grise (<i>Perdix perdix</i>)</p>		
<p><i>En bleu : espèces protégées ; en vert : espèces patrimoniales ; en orange : espèces invasives</i></p>					

2.2.12. HAIES ET BOSQUETS

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
84	Alignements d'arbres, haies, petits bois, bocage, parcs	G5	Alignements d'arbres, petits bois anthropiques, boisements récemment abattus, stades initiaux de boisements et taillis	/	/
Localisation					
Les haies et les bosquets sont présents sur l'intégralité du site d'études, excepté sur le littoral.					
Description					
<p>La Normandie et plus particulièrement la manche est le territoire de France métropolitaine dont la densité de haie est la plus élevée, avec une moyenne de 74 ml/ha.</p> <p>Les haies correspondent à des formations boisées linéaires, d'épaisseur et d'hauteur variables, formant une limite physique entre les parcelles agricoles (culture, prairie, etc.).</p> <p>Les bosquets représentent des formations boisées surfaciques, de petite taille, parfois d'origine anthropique. Il en est de même concernant les alignements d'arbres, plantés la plupart du temps le long des axes routiers.</p>			 <p style="text-align: right; font-size: small;">THEMA-Environnement, 2020</p>		
<p>La strate arborée est dominée par le chêne pédonculé, le châtaignier sur les coteaux et par le frêne élevé dans les fonds de vallée.</p> <p>La strate arbustive est constituée des espèces classiques des fourrés : Épine noire, Noisetier, Aubépine à un style etc. Cette strate est souvent dense et peu pénétrable.</p> <p>La strate herbacée est composée d'espèces communes des ourlets pré-forestiers, Herbe à Robert, Stellaire holostée, Ortie dioïque, Lierre terrestre, etc.</p> <p>Les haies permettent l'expression d'une grande diversité faunistique lorsqu'elles sont dans un bon état de conservation, qu'elles présentent plusieurs strates (arborée, arbustive, buissonnante et herbacée) et qu'elles sont anciennes. Elles constituent des sites de nidification, des refuges et des zones d'alimentation. De nombreux oiseaux y trouvent les conditions idéales pour nicher. Les vieux arbres à cavités permettent l'installation de colonies de chiroptères et le développement des insectes saproxylophages. Enfin, les haies constituent des corridors et des habitats terrestres importants pour les mammifères, amphibiens et reptiles.</p> <p>L'intérêt écologique des haies et des bosquets est considéré comme fort ; de nombreuses espèces patrimoniales de faune peuvent fréquenter ces habitats (oiseaux, chiroptères, insectes saproxylophages, amphibiens, reptiles...), en particulier lorsque de vieux arbres à cavités sont présents.</p>					
<p><u>Espèces floristiques caractéristiques</u> Chêne pédonculé (<i>Quercus robur</i>) Lierre terrestre (<i>Glechoma hederacea</i>)</p>			<p><u>Espèces faunistiques caractéristiques</u> Orvet fragile (<i>Anguis fragilis</i>) Lézard vivipare (<i>Zootoca vivipara</i>)</p>		

Châtaignier (*Castanea sativa*)
Ortie dioïque (*Urtica dioica*)
Prunellier (*Prunus spinosa*)
Gaillet gratteron (*Galium aparine*)
Gaillet croisettes (*Cruciata laevipes*)

Vipère péliade (*Vipera berus*)
Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*)
Buse variable (*Buteo buteo*)
Verdier d'Europe (*Carduelis chloris*)
Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*)
Hibou Moyen-Duc (*Asio otus*)

En bleu : espèces protégées ; *en vert* : espèces patrimoniales ; *en orange* : espèces invasives ;

2.2.13. ESPACES ARTIFICIALISÉS

Code CB	Intitulé CB	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Code EUR28	Intitulé EUR28
86	Villes, villages et sites industriels	J1	Bâtiments des villes et villages	/	/
		J2	Constructions à faible densité	/	/
Localisation					
Disséminées (bourgs, hameaux, infrastructures de transport, carrières, sites industriels...)					
Description					
<p>Les espaces anthropisés se caractérisent par un fort degré d'artificialisation et d'imperméabilisation des sols qui limitent fortement l'expression de la végétation spontanée. Le cortège floristique se trouve réduit à quelques espèces rudérales ou fortement ubiquistes comme la Drave de printemps, picride épervière, le paturin annuel, la vergerette du Canada, la sagine sans pétale, etc.</p> <p>Les vieux murs bâtis peuvent dans certains cas accueillir des communautés végétales intéressantes, notamment avec la présence de fougères.</p>			 <p style="text-align: right; font-size: small;">THEMA-Environnement, 2020</p>		
<p>Le cortège faunistique y est également réduit mais il présente des espèces spécialistes, notamment capables d'exploiter le bâti (Hirondelle de fenêtre, Moineau domestique, Rougequeue noir...). Certaines espèces présentent un intérêt patrimonial. C'est notamment le cas des espèces rupestre qui se reportent sur les digues du CNPE de Flamanville (Cormoran huppé, Huitrier-pie) ou sur le bâti (Faucon pèlerin).</p>					
<p><u>Espèces floristiques caractéristiques</u> Vergerette du Canada (<i>Erigeron canadensis</i>) Paturin annuel (<i>Poa annua</i>) Doradille rue-de-muraille (<i>Asplenium ruta-muraria</i>)</p>			<p><u>Espèces faunistiques caractéristiques</u> Effraie des clochers (<i>Tyto alba</i>) Moineau domestique (<i>Passer domesticus</i>) Hirondelle de fenêtre (<i>Delichon urbicum</i>) Rougequeue noir (<i>Phoenicurus ochruros</i>) Faucon pèlerin (<i>Falco peregrinus</i>) Cormoran huppé (<i>Phalacrocorax aristotelis</i>) Huitrier-pie (<i>Haematopus ostralegus</i>)</p>		
<p>En bleu : espèces protégées ; en vert : espèces patrimoniales ; en orange : espèces invasives.</p>					
<p>Globalement, l'intérêt écologique des espaces anthropisés est considéré comme faible compte tenu de l'importante artificialisation de ces milieux, conjuguée à la faible diversité d'espèces végétales et animales ; quelques espèces patrimoniales sont toutefois présentes et à prendre en compte.</p>					

3.

FLORE REMARQUABLE PRÉSENTE ET POTENTIELLEMENT PRÉSENTE AU SEIN DE L'AIRE D'ÉTUDE DU PROJET (RAYON DE 7 KM)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	PR	PN	PE	LRR	LRN	DZ	Commentaire relatif à l'espèce au niveau de l'aire d'études
<i>Allium sphaerocephalon</i> L., 1753	Ail à tête ronde	/	/	/	VU	LC	/	Espèce présente sur le Cap de Rozel, dans les écorchures des pelouses aérohalines.
<i>Apium graveolens</i> L., 1753	Céleri	/	/	/	NT	LC	OUI	Espèce présente dans les suintements en bas de falaise sur le Cap de Flamanville.
<i>Asparagus officinalis subsp. prostratus</i> (Dumort.) Corb., 1894	Asperge prostrée	Art. 1	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente sur le Massif dunaire de Biville au sein de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire Dunes grises atlantiques. L'Asperge prostrée est présente uniquement sur ce massif dans l'ancienne région Basse-Normandie.
<i>Asplenium marinum</i> L., 1753	Doradille marine	Art. 1	/	/	VU	LC	OUI	Espèce des pelouses aérohalines des bas de falaises dans les anfractuosités fraîches. Présente sur les Caps de Flamanville et du Rozel.
<i>Briza minor</i> L., 1753	Petite amourette	/	/	/	NT	LC	OUI	Espèces messicole présente en divers point des plateaux agricoles dans les cultures.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	PR	PN	PE	LRR	LRN	DZ	Commentaire relatif à l'espèce au niveau de l'aire d'études
<i>Carex liparocarpus</i> Gaudin, 1804	Carex à fruits lustrés	Art. 1	/	/	VU	LC	/	Espèce présente uniquement sur une station du Cap Rozel au sein de pelouses aérohalines écorchées.
<i>Carex punctata</i> Gaudin, 1811	Laïche ponctuée	Art. 1	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente uniquement en bordure nord du Cap de Flamanville en bordure de chemin au sein de pelouses aérohalines écorchées.
<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl, 1809	Marisque	/	/	/	/	/	OUI	Espèce présente dans les dunes de Biville, au sein des pannes dunaires, habitats humides, oligotrophiles et alcalins.
<i>Clinopodium nepeta</i> subsp. <i>ascendens</i> (Jord.) B.Bock, 2012	Calament ascendant	/	/	/	VU	LC	/	Espèce présente sur le Cap de Rozel en bord de chemin.
<i>Cochlearia anglica</i> L., 1759	Cranson d'Angleterre	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce des pelouses aérohalines des bas de falaises dans les anfractuosités fraîches.
<i>Convolvulus soldanella</i> L., 1753	Liseron des dunes	/	/	/	/	/	OUI	Espèce présente sur les massifs dunaires de Biville et de Rozel au sein des dunes mobiles.
<i>Crambe maritima</i> L., 1753	Chou marin	/	Art. 1	/	LC	LC	OUI	Espèce présente sur l'ensemble du littoral Normand au sein des cordons de galet. Présente au nord et au sud de Flamanville.
<i>Cynoglossum officinale</i> L., 1753	Cynoglosse officinale	/	/	/	NT	LC	OUI	Espèce présente sur les dunes dégradées de Rozel. Moins de dix stations sont présentes dans la Manche.
<i>Cynosurus echinatus</i> L., 1753	Crételle hérissée	Art. 1	/	/	EN	LC	OUI	Espèces des friches annuelles sèches, présentes uniquement au sud du Cap de Flamanville en bordure de chemin.
<i>Cyperus longus</i> L., 1753	Souchet long	/	/	/	NT	LC	/	Espèces des roselières et cariçaies principalement littorales. Présente sur l'ensemble de l'aire d'études.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	PR	PN	PE	LRR	LRN	DZ	Commentaire relatif à l'espèce au niveau de l'aire d'études
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó, 1962	Orchis incarnat	/	/	/	LC	NT	/	Espèce présente dans les dunes de Biville, au sein des pannes dunaires, habitats humides, oligotrophiles et alcalins.
<i>Dactylorhiza praetermissa</i> (Druce) Soó, 1962	Orchis négligé	/	/	/	LC	NT	/	Espèce présente dans les dunes de Biville, au sein des pannes dunaires, habitats humides, oligotrophiles et alcalins.
<i>Epipactis helleborine</i> subsp. <i>neerlandica</i> (Verm.) Buttler, 1986	Épipactis des Pays-Bas	/	/	/	EN	LC	/	Espèce présente sur le Massif dunaire de Biville au sein de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire « Dunes grises atlantiques ».
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz, 1769	Épipactis des marais	/	/	/	NT	NT	OUI	Espèce présente dans les dunes de Biville, au sein des pannes dunaires, habitats humides, oligotrophiles et alcalins.
<i>Erigeron acris</i> L., 1753	Vergerette acre	/	/	/	/	/	OUI	Espèce présente sur les massifs dunaires de Biville et de Rozel au sein de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire « Dunes grises atlantiques ».
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér., 1789	Bec de Cigogne musqué	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente ponctuellement sur les pelouses littorales de la Manche. Présente au nord de Flamanville sur le Mont-Saint-Pierre.
<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh., 1800	Falcaire de Rivin	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce particulièrement rare dans le Manche et connue à proximité du site d'études en bord de chemin sur un milieu rudéralisé.
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>pruinosa</i>	Fétuque pruinose	/	/	/	/	/	OUI	Espèce présente au sein des pelouses aérohalines des caps de Rozel et de Flamanville.
<i>Glaucium flavum</i> Crantz, 1763	Glaucière jaune	/	/	/	/	/	OUI	Espèce présente sur les cordons de galets.
<i>Hypochaeris glabra</i> L., 1753	Porcelle glabre	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente sur l'ensemble des côtes de la manche des tonsures des pelouses aérohalines littorales.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	PR	PN	PE	LRR	LRN	DZ	Commentaire relatif à l'espèce au niveau de l'aire d'études
<i>Isolepis cernua</i> (Vahl) Roem. & Schult., 1817	Souchet penché	/	/	/	NT	LC	OUI	Espèce présente sur le Cap de Flamanville dans les dépressions amphibies.
<i>Juncus capitatus</i> Weigel, 1772	Jonc à inflorescence globuleuse	Art. 1	/	/	EN	LC	OUI	Espèce des pelouses annuelles amphibies des dépressions temporaires en eau sur les falaises littorales. Seules six stations sont présentes sur la Basse-Normandie. Présente sur le Cap de Rozel et de Flamanville.
<i>Leymus arenarius</i> (L.) Hochst., 1848	Seigle de mer	/	Art. 1	/	LC	LC	OUI	Espèce des dunes embryonnaires, elle est présente sur la majorité des dunes de la Manche. Cette espèce n'est pas menacée localement.
<i>Limbarda crithmoides</i> (L.) Dumort., 1827	Inule faux crithme	Art. 1	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente uniquement sur les Caps de Flamanville et de La Hague sur les pelouses aérohalines des bas de falaises.
<i>Limonium binervosum</i> (G.E.Sm.) C.E.Salmon, 1907	Statice de Salmon	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce des pelouses aérohalines des bas de falaises. Présente sur le Cap Rozel et le Cap de Flamanville.
<i>Littorella uniflora</i> (L.) Asch., 1864	Littorelle à une fleur	/	Art. 1	/	NT	LC	OUI	Espèce présente dans les dunes de Biville, au sein des pannes dunaires, habitats humides, oligotrophiles et alcalins.
<i>Lotus hispidus</i> Desf. ex DC., 1805	Lotier hispide	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente localement uniquement sur les Caps de Flamanville et du Rozel, sur les pelouses aérohalines.
<i>Marrubium vulgare</i> L., 1753	Marrube commun	/	/	/	EN	LC	OUI	Espèce présente sur les dunes dégradées de Rozel. Moins de 10 stations sont présentes dans la Manche.
<i>Matthiola sinuata</i> (L.) R.Br., 1812	Matthiole à feuilles sinuées	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente uniquement sur les dunes embryonnaires de Sciotot. Présent en Basse-Normandie uniquement sur quelques dunes de l'ouest de la Manche.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	PR	PN	PE	LRR	LRN	DZ	Commentaire relatif à l'espèce au niveau de l'aire d'études
<i>Mentha pulegium</i> L., 1753	Menthe pouliot	/	/	/	NT	LC	OUI	Espèce présente uniquement dans les dépressions dunaires sur les Massifs de Biville est de Rozel.
<i>Moenchia erecta</i> (L.) G.Gaertn., B.Mey. & Scherb., 1799	Moenchie commune	/	/	/	NT	LC	/	Espèce des pelouses annuelles amphibies des dépressions temporaires en eau sur les falaises littorales.
<i>Polygonum raii</i> Bab., 1836	Renouée de Ray	/	Art. 1	/	VU	NT	OUI	Espèce présente sur une station sur les laisses de mer de l'anse de Rozel.
<i>Prospero autumnale</i> (L.) Speta, 1982	Scille d'automne	/	/	/	/	/	OUI	Espèce présente sur les massifs dunaires de Biville et de Rozel au sein de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire Dunes grises atlantiques.
<i>Pyrola rotundifolia</i> L., 1753	Pyrole à feuilles rondes	/	/	/	VU	LC	/	Espèce présente dans les dunes de Biville, au sein des pannes dunaires, habitats humides, oligotrophiles et alcalins.
<i>Pyrola rotundifolia</i> var. <i>arenaria</i> W.D.J.Koch, 1838	Pirole maritime	/	Art. 1	/	VU	/	OUI	Espèce présente dans les dunes de Biville, au sein des pannes dunaires, habitats humides, oligotrophiles et alcalins.
<i>Ranunculus paludosus</i> Poir., 1789	Renoncule des marais	Art. 1	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente uniquement sur trois communes dans le département de la Manche. Deux stations sont présentes sur les pelouses aérolines du Cap de Rozel.
<i>Ranunculus parviflorus</i> L., 1758	Renoncule à petites fleurs	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente dans les prairies humides arrière-dunaire du Massif de Rozel.
<i>Romulea columnae</i> subsp. <i>columnae</i> Sebast. & Mauri, 1818	Romulée à petites fleurs	Art. 1	/	/	VU	LC	OUI	Espèce des pelouses annuelles amphibies des dépressions temporaires en eau sur les falaises littorales.
<i>Rosa pimpinellifolia</i>	Rosier à feuille de boucage	/	/	/	/	/	OUI	Espèce présente sur les massifs dunaires de Biville et de Rozel au sein de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire « Dunes grises atlantiques ».

Nom scientifique	Nom vernaculaire	PR	PN	PE	LRR	LRN	DZ	Commentaire relatif à l'espèce au niveau de l'aire d'études
<i>Rubia peregrina</i> L., 1753	Garance voyageuse	Art. 1	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente sur le Massif dunaire de Biville au sein de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire « Dunes grises atlantiques ».
<i>Rumex rupestris</i> Le Gall, 1850	Oseille des rochers	/	Art. 1	Ann. II+IV	VU	LC	OUI	Espèce présente dans les suintements en bas de falaises sur le Cap de Flamanville.
<i>Sagina nodosa</i> (L.) Fenzl, 1833	Sagine noueuse	Art. 1	/	/	VU	NT	OUI	Espèce présente dans les dunes de Biville, au sein des pannes dunaires, habitats humides, oligotrophiles et alcalins.
<i>Sagina subulata</i> (Sw.) C.Presl, 1826	Sagine subulée	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente sur les faciès écorchés des pelouses aérohalines. Présente sur moins de dix communes dans le Département de la Manche.
<i>Salix repens</i> subsp. <i>repens</i> L., 1753	Saule rampant	/	/	/	NT	LC	OUI	Présent çà et là dans le massif dunaire de Biville.
<i>Schoenus nigricans</i> L., 1753	Choin noirâtre	/	/	/	NT	LC	OUI	Espèce présente dans les dunes de Biville, au sein des pannes dunaires, habitats humides, oligotrophiles et alcalins.
<i>Sedum anglicum</i>	Orpin des anglais	/	/	/	/	/	OUI	Espèce présente au sein des pelouses aérohalines des caps de Rozel et de Flamanville.
<i>Sibthorpia europaea</i> L., 1753	Sibthorpie d'Europe	/	/	/	NT	LC	OUI	Espèce bien présente dans le nord de la Manche. Elle se situe sur les berges de cours d'eau sur la commune de Tréauville.
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn., 1791	Chardon marie	/	/	/	NT	LC	/	Espèce présente dans les friches en situation arrière-dunaire dans sur l'anse de Rozel.
<i>Spergula marina</i> (L.) Bartl. & H.L.Wendl., 1825	Spergulaire marine	/	/	/	/	/	OUI	Espèce des pelouses annuelles amphibies des dépressions temporaires en eau sur les falaises littorales.
<i>Teucrium scordium</i> L., 1753	Germandrée des marais	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente dans les dunes de Biville, au sein des pannes dunaires, habitats humides, oligotrophiles et alcalins.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	PR	PN	PE	LRR	LRN	DZ	Commentaire relatif à l'espèce au niveau de l'aire d'études
<i>Teucrium scordium</i> subsp. <i>scordioides</i> (Schreb.) Arcang., 1882	Germandrée des marais	Art. 1	/	/	VU	/	OUI	Espèce présente dans les dunes de Biville, au sein des pannes dunaires, habitats humides, oligotrophiles et alcalins.
<i>Tragopogon dubius</i> subsp. <i>major</i> (Jacq.) Vollm., 1914	Salsifis pâle	/	/	/	VU	/	OUI	Espèce présente dans les pannes arrières-dunaires du massif de Biville. Seules cinq stations existent dans la Manche.
<i>Trifolium bocconeii</i> Savi, 1808	Trèfle de Boccone	Art. 1	/	/	EN	LC	OUI	Espèce présente sur les pelouses aérolines.
<i>Trifolium glomeratum</i> L., 1753	Trèfle aggloméré	/	/	/	NT	LC	OUI	Espèce présente sur les Caps de Flamanville et du Rozel dans les tonsures annuelles de pelouses aérolines.
<i>Trifolium micranthum</i> Viv., 1824	Trèfle à petites fleurs	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente sur les Cap du Rozel dans les tonsures annuelles de pelouses aérolines.
<i>Trifolium occidentale</i> Coombe, 1961	Trèfle occidental	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente sur les Cap du Rozel, de Flamanville et de Siouville-Hague, dans les tonsures annuelles de pelouses aérolines. Présent çà et là sur les côtes normandes.
<i>Trifolium ornithopodioides</i> L., 1753	Trèfle faux Pied-d'oiseau	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente sur les Cap du Rozel et de Flamanville dans les tonsures annuelles de pelouses aérolines. Présent çà et là sur les côtes normandes.
<i>Trifolium resupinatum</i> L.	Trèfle de L'Écluse	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce des prairies humides rétro-littorales. Elle est présente dans l'anse du Rozel.
<i>Trifolium suffocatum</i> L., 1771	Trèfle étranglé	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente au sein des pelouses aérolines du Cap de Rozel.
<i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr., 1868	Hélianthème taché	Art. 1	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente au sein des pelouses aérolines du Cap de Rozel. présente au niveau de cinq localités dans le département de la Manche.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	PR	PN	PE	LRR	LRN	DZ	Commentaire relatif à l'espèce au niveau de l'aire d'études
<i>Vandenboschia speciosa</i> (Willd.) Kunkel, 1966	Trichomanès remarquable	/	Art. 1	Ann. II+IV	CR	LC	OUI	Présence uniquement du gamétophyte du Trichomanes remarquable dans une grotte de l'anse Quedoy.
<i>Verbascum phlomoides</i> L., 1753	Molène faux-phlomide	/	/	/	EN	LC	OUI	Espèce classée en danger en région Basse-Normandie. Elle est présente sur une seule station au sein de l'aire d'étude dans une prairie mésophile sur la commune de Flamanville.
<i>Veronica spicata</i> L., 1753	Véronique en épi	Art. 1	/	/	VU	LC	/	Espèce végétale se développant dans les dunes grises atlantiques. Seule quatre populations existent dans la Manche. Il s'agit ici de la plus importante avec plusieurs centaines de pieds, voir milliers de pieds. Elle présente donc localement un enjeu majeur de conservation.
<i>Vicia lathyroides</i> L., 1753	Vesce printanière	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente sur les massifs dunaires de Biville et de Rozel au sein de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire « Dunes grises atlantiques ».
<i>Viola kitaibeliana</i> Schult., 1819	Pensée de Kitaibel	/	/	/	VU	LC	OUI	Espèce présente sur les massifs dunaires de Biville et de Rozel au sein de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire « Dunes grises atlantiques ».
<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	Vulpie ciliée	/	/	/	VU	LC	/	Espèce présente sur les massifs dunaires de Biville et de Rozel au sein de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire « Dunes grises atlantiques ».

Protection Européenne (PE) : Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (Annexe II).

Protection Nationale (PN) : Arrêté du 20 janvier 1982 relatif à la liste des espèces protégées sur l'ensemble du territoire national.

Protection Régionale (PR) : Arrêté du 3 avril 1990 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Basse-Normandie complétant la liste nationale.

Liste Rouge Nationale (LRN) : UICN France, FCBN, AFB & MNHN, 2018. La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine. Paris, France.

Liste Rouge Régionale (LRR) : Liste rouge des plantes vasculaires de la région Basse-Normandie (2015) : EN : Espèces en danger, VU : Espèces vulnérables, NT : Espèces quasi-menacées, LC : Espèces de préoccupation mineure.

Espèces Déterminantes de ZNIEFF (DZ) : Espèces et milieux déterminants pour la désignation de ZNIEFF en région Basse-Normandie.

4. FAUNE REMARQUABLE PRÉSENTE OU POTENTIELLEMENT PRÉSENTE AU SEIN DE L'AIRE D'ÉTUDE DU PROJET (RAYON DE 7 KM)

4.1. INVERTÉBRÉS

Nom scientifique	Nom français	ZNIEFF	Protect° Nat.	Directive	LR Règ.	LR FRA
<i>Agrotis ripae</i>	Noctuelle du littoral	OUI	/	/	/	/
<i>Arenostola phragmitidis</i>	Noctuelle des Roselières	OUI	/	/	/	/
<i>Bombus muscorum</i>	Bourdon des mousses	OUI	/	/	/	/
<i>Chilodes maritima</i>	Nonagrie du Phragmite	OUI	/	/	/	/
<i>Chorthippus binotatus</i>	Criquet des Ajoncs	OUI	/	/	EN	/
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Agrion de Mercure	/	Art. 3	Ann. II	NT	LC
<i>Dasypolia templi</i>	Noctuelle du Temple	OUI	/	/	/	/
<i>Ephippiger diurnus</i>	Ephippigère des vignes	OUI	/	/	EN	/
<i>Euplagia quadripunctaria</i>	Écaille chinée	/	/	Ann. II	/	/
<i>Globia sparganii</i>	/	OUI	/	/	/	/
<i>Gryllotalpa</i>	Courtillière commune	/	/	/	EN	/
<i>Leucania putrescens</i>	Leucanie assombrie	OUI	/	/	/	/
<i>Leucochlaena oditis</i>	Noctuelle marquetée	OUI	/	/	/	/
<i>Litologia literosa</i>	Noctuelle de l'Elyme	OUI	/	/	/	/
<i>Lucanus cervus</i>	Lucane Cerf-volant	/	/	Ann. II	/	/

Nom scientifique	Nom français	ZNIEFF	Protect° Nat.	Directive	LR Règ.	LR FRA
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	Gomphocère tacheté	OUI	/	/	VU	/
<i>Naenia typica</i>	Noctuelle typique	OUI	/	/	/	/
<i>Platycleis albopunctata</i>	Decticelle grisâtre	/	/	/	VU	/
<i>Platycleis albopunctata</i>	Decticelle chagrinée	/	/	/	VU	/
<i>Proserpinus proserpina</i>	Sphinx de l'Épilobe	/	Art. 2	Ann. IV	/	/
<i>Pseudomogoplistes vicentae septentrionalis</i>	Grillon manchois	OUI	/	/	EN	/
<i>Stenobothrus lineatus</i>	Criquet de la Palène	OUI	/	/	EN	/
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	Sténobothre nain	OUI	/	/	EN	/
<i>Stethophyma grossum</i>	Criquet ensanglanté	/	/	/	LC	/
<i>Stilbia anomala</i>	Stilbie des Etangs	OUI	/	/	/	/
<i>Tetrix ceperoi</i>	Tétrix des vasières	OUI	/	/	VU	/
<i>Thymelicus acteon</i>	Hespérie du Chiendent	/	/	/	/	LC

ZNIEFF : espèces déterminantes des Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

Protect° Nat. : Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Directive : Directive Habitats / Faune / Flore.

LR Règ. : Liste rouge des odonates et orthoptères de Basse-Normandie.

LR FRA et LR EU : Listes rouges UICN française et européenne : LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi-menacée, VU : Vulnérable, EN : En danger.

4.2. AMPHIBIENS

Nom scientifique	Nom français	ZNIEFF	Protect° Nat.	Directive	LR Règ.	LR FRA
Anoures						
<i>Epidalea calamita</i>	Crapaud calamite	OUI	Art. 2	Ann. IV	NT	LC
<i>Alytes obstetricans</i>	Alyte accoucheur	/	Art. 2	Ann. IV	NT	LC
<i>Bufo spinosus</i>	Crapaud épineux	/	Art. 3	/	LC	LC
<i>Rana temporaria</i>	Grenouille rousse	/	Art. 4	/	VU	LC
<i>Pelophylax kl. esculentus</i>	Grenouille verte	/	Art. 4	/	LC	NT
<i>Hyla arborea</i>	Rainette verte	/	Art. 2	Ann. IV	LC	NT
<i>Pelodytes punctatus</i>	Pélodyte ponctué	OUI	Art. 2	/	VU	LC
<i>Rana dalmatina</i>	Grenouille agile	/	Art. 2	Ann. IV	LC	LC
<i>Pelophylax lessonae</i>	Grenouille de Lessona	/	Art. 2	Ann. IV	DD	NT
Urodèles						
<i>Salamandra</i>	Salamandre tachetée	/	Art. 3	/	LC	LC
<i>Ichthyosaura alpestris</i>	Triton alpestre	/	Art. 3	/	NT	LC
<i>Lissotriton helveticus</i>	Triton palmé	/	Art. 3	/	LC	LC
<i>Triturus marmoratus</i>	Triton marbré	OUI	Art. 2	Ann. IV	VU	NT
<i>Triturus cristatus x T. marmoratus</i>	Triton de Blasius	/	Art. 3	/	/	/
<i>Triturus cristatus</i>	Triton crêté	OUI	Art. 2	Ann. II+IV	VU	NT
<i>Lissotriton vulgaris</i>	Triton ponctué	OUI	Art. 3	/	EN	NT

ZNIEFF : Espèces déterminantes de Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

Protect° Nat. : Arrêté du 8 janvier 2021 fixant les listes des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection.

Directive : Directive Habitats / Faune / Flore.

LR Règ. : Liste rouge des amphibiens et reptiles de Basse-Normandie.

LR France : Liste rouge des amphibiens et reptiles de France Métropolitaine, DD : Données insuffisantes, LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi-menacée, VU : Vulnérable, EN : En danger.

4.3. REPTILES

Nom scientifique	Nom français	ZNIEFF	Protect° Nat.	Directive	LR Règ.	LR FRA
<i>Caretta</i>	Tortue caouanne	/	Art. 1	Ann. II+IV	/	DD
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortue luth	/	Art. 1	Ann. IV	/	DD
<i>Lepidochelys kempii</i>	Tortue de Kemp	/	Art. 1	Ann. IV	/	DD
<i>Lacerta bilineata</i>	Lézard à deux raies	OUI	Art. 2	Ann. IV	NT	LC
<i>Vipera berus</i>	Vipère péliade	OUI	Art. 2	/	EN	VU
<i>Anguis fragilis</i>	Orvet fragile	/	Art. 3	/	LC	LC
<i>Natrix helvetica</i>	Couleuvre helvétique	/	Art. 2	/	LC	LC
<i>Zootoca vivipara</i>	Lézard vivipare	/	Art. 3	/	NT	LC
<i>Podarcis muralis</i>	Lézard des murailles	/	Art. 2	Ann. IV	LC	LC
<i>Coronella austriaca</i>	Coronelle lisse	OUI	Art. 2	Ann. IV	NT	LC

ZNIEFF : Espèces déterminantes de Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

Protect° Nat. : Pour les chéloniens : Arrêté du 14 octobre 2005 fixant la liste des tortues marines protégées sur le territoire national et les modalités de leur protection. Pour les squamates : Arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection.

Directive : Directive Habitats / Faune / Flore.

LR Règ. : Liste rouge des amphibiens et reptiles de Basse-Normandie.

LR France : Liste rouge des amphibiens et reptiles de France Métropolitaine.

4.4. MAMMIFÈRES MARINS

Nom scientifique	Nom français	Protect° Nat.	Directive	LR Règ.	LR FRA
<i>Halichoerus grypus</i>	Phoque gris	Art. 3*	Ann. II	VU	NT
<i>Phoca vitulina</i>	Phoque veau marin	Art. 3*	Ann. II	NT	NT
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	Art. 2	Ann. IV	NA	LC
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	Art. 2*	Ann. II+IV	NT	NT
<i>Phocoena</i>	Marsouin commun	Art. 2*	Ann. II+IV	VU	NT
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	Art. 2	Ann. IV	DD	VU
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	Art. 2	Ann. IV	NA	NT
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	Art. 2	Ann. IV	NA	LC

Protect° Nat. : Arrêté du 1^{er} juillet 2011 fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection.

Directive : Directive Habitats / Faune / Flore.

LR Règ. : Liste rouge des mammifères de Basse-Normandie.

LR France : Liste rouge des mammifères de France Métropolitaine.

4.5. MAMMIFÈRES TERRESTRES (HORS CHIROPTÈRES)

Nom scientifique	Nom français	ZNIEFF	PNA	Protect° Nat.	Directive	LR Règ.	LR FRA	LR EU	LR M
<i>Meles</i>	Blaireau européen	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Vulpes</i>	Renard roux	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Martes foina</i>	Fouine	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Mustela nivalis</i>	Belette d'Europe	/	/	/	/	NT	LC	LC	LC
<i>Mustela putorius</i>	Putois d'Europe	/	/	/	/	NT	NT	LC	LC
<i>Lutra</i>	Loutre d'Europe	OUI	X	Art. 2*	Ann. II+IV	EN	LC	NT	NT
<i>Martes</i>	Marte des pins	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Mustela erminea</i>	Hermine	OUI	/	/	/	EN	LC	LC	LC
<i>Myocastor coypus</i>	Ragondin	/	/	/	/	NA	NA	/	LC
<i>Ondatra zibethicus</i>	Rat musqué	/	/	/	/	NA	NA	/	LC
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Mulot sylvestre	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Clethrionomys glareolus</i>	Campagnol roussâtre	/	/	/	/	LC	LC	/	/
<i>Micromys minutus</i>	Rat des moissons	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Microtus agrestis</i>	Campagnol agreste	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Microtus subterraneus</i>	Campagnol souterrain	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Rattus norvegicus</i>	Rat surmulot	/	/	/	/	NA	NA	/	LC
<i>Arvicola sapidus</i>	Campagnol amphibie	OUI	/	Art. 2	/	NT	NT	VU	VU
<i>Microtus arvalis</i>	Campagnol des champs	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Mus musculus</i>	Souris grise	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Muscardinus avellanarius</i>	Muscardin	/	/	Art. 2	Ann. IV	NT	LC	LC	LC
<i>Rattus</i>	Rat noir	/	/	/	/	CR	LC	LC	LC
<i>Sciurus vulgaris</i>	Écureuil roux	/	/	Art. 2	/	LC	LC	LC	LC
<i>Erinaceus europaeus</i>	Hérisson d'Europe	/	/	Art. 2	/	LC	LC	LC	LC
<i>Crocidura russula</i>	Crocidure musette	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC

Nom scientifique	Nom français	ZNIEFF	PNA	Protect° Nat.	Directive	LR Règ.	LR FRA	LR EU	LR M
<i>Neomys fodiens</i>	Crossope aquatique	OUI	/	Art. 2	/	VU	LC	LC	LC
<i>Sorex coronatus</i>	Musaraigne couronnée	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Sorex minutus</i>	Musaraigne pygmée	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Talpa europaea</i>	Taupe d'Europe	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Crocidura leucodon</i>	Crocidure leucode	OUI	/	/	/	VU	NT	LC	LC
<i>Lepus europaeus</i>	Lièvre d'Europe	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Lapin de garenne	/	/	/	/	LC	NT	NT	NT
<i>Capreolus</i>	Chevreuil européen	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC
<i>Sus scrofa</i>	Sanglier	/	/	/	/	LC	LC	LC	LC

ZNIEFF : Espèces déterminantes de Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

Protect° Nat. : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

PNA : Plan National d'Actions en faveur de la Loutre d'Europe (*Lutra*) – [2019-2028].

Directive : Directive Habitats / Faune / Flore.

LR Règ. : Liste rouge des mammifères de Basse-Normandie.

LR France : Liste rouge des mammifères de France Métropolitaine.

LR EU et LR M : Liste rouge des mammifères d'Europe et liste rouge mondiale des mammifères NA : Non applicable, LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi-menacée, VU : Vulnérable, EN : En danger d'extinction, CR : En danger critique d'extinction.

4.6. CHIROPTÈRES

Nom scientifique	Nom français	ZNIEFF	Protect° Nat.	Directive	LR Règ.	LR FRA	LR EU	LR M
<i>Myotis</i>	Grand Murin	OUI	Art. 2	Ann. II+IV	LC	LC	LC	LC
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	OUI	Art. 2	Ann. II+IV	NT	LC	VU	NT
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	/	Art. 2	Ann. IV	LC	NT	LC	LC
<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein	OUI	Art. 2	Ann. II+IV	NT	NT	VU	NT
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	OUI	Art. 2	Ann. IV	LC	LC	LC	LC
<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échancrées	OUI	Art. 2	Ann. II+IV	LC	LC	LC	LC
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches	OUI	Art. 2	Ann. IV	LC	LC	LC	LC
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	OUI	Art. 2	Ann. IV	LC	VU	LC	LC
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	/	Art. 2	Ann. IV	LC	LC	LC	LC
<i>Pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	/	Art. 2	Ann. IV	LC	NT	LC	LC
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard roux	OUI	Art. 2	Ann. IV	LC	LC	LC	LC
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand rhinolophe	OUI	Art. 2	Ann. II+IV	NT	LC	NT	LC
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	OUI	Art. 2	Ann. IV	NT	NT	LC	LC

ZNIEFF : Espèces déterminantes Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

Protect° Nat. : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Directive : Directive Habitats / Faune / Flore.

LR Règ. : Liste rouge des mammifères de Basse-Normandie.

LR France : Liste rouge des mammifères de France Métropolitaine.

LR EU et LR M : Liste rouge des mammifères d'Europe et liste rouge mondiale des mammifères, LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi-menacée, VU : Vulnérable.

4.7. OISEAUX

Nom français	Nom scientifique	ZNIEFF	Protect° Nat.	Directive	LR Règ. / N	LR Règ. / H	LR Règ. / Mi	LR FR
Accenteur alpin	<i>Prunella collaris</i>	/	Art. 3	/	/	/	/	LC
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	/	Art. 3	/	LC	NT	NT	LC
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	LC	LC	NA	LC
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	/	/	/	VU	NT	NT	NT
Alouette haussecol	<i>Eremophila alpestris</i>	OUI	Art. 3	/	/	EN	NE	NA
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	/	Art. 3	Ann. I	DD	DD	NE	LC
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	CR	EN	NE	LC
Barge à queue noire	<i>Limosa</i>	OUI	/	/	RE	NT	VU	VU
Barge rousse	<i>Limosa lapponica</i>	OUI	/	Ann. I	/	LC	NE	LC
Bécasse des bois	<i>Scolopax rusticola</i>	OUI	/	/	DD	DD	NE	LC
Bécasseau maubèche	<i>Calidris canutus</i>	OUI	/	/	/	VU	NE	NT
Bécasseau minute	<i>Calidris minuta</i>	OUI	Art. 3	/	/	CR	NE	LC
Bécasseau sanderling	<i>Calidris alba</i>	/	Art. 3	/	/	NT	NE	LC
Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>	/	Art. 3	/	/	NT	NE	LC
Bécasseau violet	<i>Calidris maritima</i>	OUI	Art. 3	/	/	EN	NE	NA
Bécassine des marais	<i>Gallinago</i>	OUI	/	/	CR	NT	NE	CR
Bécassine sourde	<i>Lymnocyptes minimus</i>	OUI	/	/	/	NT	NE	DD
Bergeronnette de Yarrell	<i>Motacilla alba yarrellii</i>	OUI	Art. 3	/	NE	DD	NA	/
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	/	Art. 3	/	LC	DD	NA	LC
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	/	Art. 3	/	LC	NT	NT	LC
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	OUI	Art. 3	/	VU	/	NA	LC
Bergeronnette flavéole	<i>Motacilla flava flavissima</i>	/	Art. 3	/	NT	/	NA	/
Bernache cravant	<i>Branta bernicla</i>	OUI	Art. 3	/	/	LC	NA	LC
Bernache du Pacifique	<i>Branta bernicla nigricans</i>	/	Art. 3	/	/	/	/	NA
Bernache nonnette	<i>Branta leucopsis</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	/	LC	NA	NA
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	/	Art. 3	Ann. I	VU	Non	NA	LC
Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>	/	Art. 3	/	VU	VU	Non	NT
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula</i>	/	Art. 3	/	EN	VU	VU	VU
Bruant des neiges	<i>Plectrophenax nivalis</i>	OUI	Art. 3	/	Non	EN	NA	NA
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	OUI	Art. 3	/	LC	DD	NA	EN
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	/	Art. 3	/	EN	EN	VU	VU
Bruant lapon	<i>Calcarius lapponicus</i>	OUI	Art. 3	/	Non	EN	NA	NA

Nom français	Nom scientifique	ZNIEFF	Protect° Nat.	Directive	LR Règ. / N	LR Règ. / H	LR Règ. / Mi	LR FR
Bruant zizi	<i>Emberiza cirius</i>	/	Art. 3	/	LC	NT	Non	LC
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	CR	Non	NA	NT
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	CR	EN	NA	NT
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	EN	VU	NA	LC
Buse pattue	<i>Buteo lagopus</i>	/	Art. 3	/	Non	RE	NA	NA
Buse variable	<i>Buteo</i>	/	Art. 3	/	LC	DD	NA	LC
Butor étoilé	<i>Botaurus stellaris</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	CR	CR	NA	VU
Caille des blés	<i>Coturnix</i>	/	/	/	DD	Non	NA	LC
Canard chipeau	<i>Mareca strepera</i>	OUI	/	/	CR	VU	NA	LC
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	/	/	/	LC	LC	NA	LC
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	OUI	/	/	CR	LC	NA	LC
Canard siffleur	<i>Mareca penelope</i>	OUI	/	/	Non	LC	NA	LC
Canard souchet	<i>Spatula clypeata</i>	OUI	/	/	EN	LC	NA	LC
Chardonneret élégant	<i>Carduelis</i>	/	Art. 3	/	LC	DD	NA	VU
Chevalier aboyeur	<i>Tringa nebularia</i>	/	/	/	Non	CR	NT	LC
Chevalier combattant	<i>Calidris pugnax</i>	OUI	/	Ann. I	RE	CR	NE	NT
Chevalier culblanc	<i>Tringa ochropus</i>	/	Art. 3	/	Non	CR	NT	LC
Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>	OUI	/	/	CR	VU	NT	LC
Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>	/	Art. 3	/	Non	CR	NE	NT
Chevalier sylvain	<i>Tringa glareola</i>	/	Art. 3	Ann. I	Non	non	NT	LC
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	/	Art. 3	/	LC	NT	NE	LC
Chouette effraie	<i>Tyto alba</i>	/	Art. 3	/	LC	DD	Non	LC
Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i>	/	Art. 3	/	LC	DD	Non	LC
Cigogne blanche	<i>Ciconia</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	VU	CR	NE	LC
Cigogne noire	<i>Ciconia nigra</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	CR	Non	VU	EN
Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i>	/	Art. 3	/	NT	VU	NA	VU
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	/	/	/	LC	DD	NE	LC
Cormoran huppé	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	OUI	Art. 3	/	LC	NT	NA	LC
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	/	/	/	LC	LC	NA	LC
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	/	Art. 3	/	LC	Non	NA	LC
Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>	/	/	/	VU	NT	NE	VU
Courlis corlieu	<i>Numenius phaeopus</i>	OUI	/	/	Non	Non	VU	VU
Cygne chanteur	<i>Cygnus</i>	/	Art. 3	Ann. I	/	/	/	NA
Cygne tuberculé	<i>Cygnus olor</i>	/	Art. 3	/	EN	LC	NA	LC
Echasse blanche	<i>Himantopus</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	CR	Non	NE	LC

Nom français	Nom scientifique	ZNIEFF	Protect° Nat.	Directive	LR Règ. / N	LR Règ. / H	LR Règ. / Mi	LR FR
Eider à duvet	<i>Somateria mollissima</i>	OUI	/	/	NE	VU	NA	CR
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	VU	Non	NA	LC
Épervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	/	Art. 3	/	LC	DD	NA	LC
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	/	/	/	NT	NT	NT	LC
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	/	/	/	DD	DD	NA	LC
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	/	Art. 3	/	LC	DD	NA	NT
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	Non	CR	NA	DD
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	/	Art. 3	/	VU	Non	NA	LC
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	EN	EN	NA	LC
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	/	Art. 3	/	LC	DD	NA	LC
Fauvette babillarde	<i>Sylvia curruca</i>	/	Art. 3	/	EN	Non	NA	LC
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	/	Art. 3	/	NT	Non	NA	NT
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	/	Art. 3	/	LC	Non	NA	LC
Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	NT	VU	NA	EN
Fou de Bassan	<i>Morus bassanus</i>	OUI	Art. 3	/	CR	LC	NE	NT
Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	/	/	/	LC	LC	NA	LC
Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i>	OUI	/	/	CR	VU	NA	VU
Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i>	OUI	/	/	CR	NT	NA	NT
Garrot à oeil d'or	<i>Bucephala clangula</i>	/	/	/	Non	EN	NA	NA
Garrot d'Islande	<i>Bucephala islandica</i>	/	Art. 4	/	/	/	/	NA
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	/	/	/	LC	LC	NE	LC
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	/	Art. 3	/	VU	Non	NA	NT
Goéland à ailes blanches	<i>Larus glaucoides</i>	/	Art. 4	/	/	/	/	NA
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	/	Art. 3	/	NT	EN	NE	NT
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	OUI	Art. 3	/	LC	VU	NE	LC
Goéland cendré	<i>Larus canus</i>	/	Art. 3	/	RE	LC	NE	EN
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>	OUI	Art. 3	/	Non	VU	NE	LC
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>	OUI	Art. 3	/	LC	EN	NE	LC
Gorgebleue à miroir	<i>Luscinia svecica</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	EN	Non	NA	LC
Grand corbeau	<i>Corvus corax</i>	OUI	Art. 3	/	CR	CR	non	LC
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	OUI	Art. 3	/	LC	LC	NA	LC
Grand Gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>	OUI	Art. 3	/	EN	NT	NE	VU
Grand Labbe	<i>Stercorarius skua</i>	OUI	Art. 4	/	Non	VU	NT	LC
Grande Aigrette	<i>Ardea alba</i>	/	Art. 3	Ann. I	Non	EN	NA	NT

Nom français	Nom scientifique	ZNIEFF	Protect° Nat.	Directive	LR Règ. / N	LR Règ. / H	LR Règ. / Mi	LR FR
Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	VU	CR	NE	VU
Grèbe à bec bigarré	<i>Podilymbus podiceps</i>	/	Art. 4	/	/	/	/	NA
Grèbe à cou noir	<i>Podiceps nigricollis</i>	OUI	Art. 3	/	CR	EN	NA	LC
Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	/	Art. 3	/	VU	LC	NA	LC
Grèbe esclavon	<i>Podiceps auritus</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	Non	VU	NA	VU
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	OUI	Art. 3	/	VU	LC	NA	LC
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	/	Art. 3	/	LC	DD	Non	LC
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	/	/	/	LC	VU	NT	LC
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	/	/	/	NE	DD	NA	LC
Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>	/	/	/	Non	DD	NA	LC
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	/	/	/	LC	LC	NA	LC
Guillemot de Troïl	<i>Uria aalge</i>	OUI	Art. 3*	Ann. I	RE	LC	NA	EN
Harelde de Miquelon	<i>Clangula hyemalis</i>	/	/	/	Non	RE	NA	NA
Harle bièvre	<i>Mergus merganser</i>	/	Art. 3	/	Non	CR	NA	NT
Harle huppé	<i>Mergus serrator</i>	OUI	Art. 3	/	CR	NT	NA	CR
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	OUI	Art. 3	/	LC	LC	NA	LC
Héron garde-boeufs	<i>Bubulcus ibis</i>	OUI	Art. 3	/	EN	CR	NA	LC
Héron pourpré	<i>Ardea purpurea</i>	/	Art. 3	Ann. I	/	/	/	LC
Hibou des marais	<i>Asio flammeus</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	NE	CR	NE	VU
Hibou moyen-duc	<i>Asio otus</i>	OUI	Art. 3	/	VU	DD	NA	LC
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>	/	Art. 3	/	DD	Non	NA	NT
Hirondelle de rivage	<i>Riparia</i>	OUI	Art. 3	/	DD	Non	NA	LC
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	/	Art. 3	/	DD	Non	NA	NT
Huïtrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i>	OUI	/	/	VU	VU	NE	LC
Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolaïs polyglotta</i>	/	Art. 3	/	LC	Non	NA	LC
Labbe parasite	<i>Stercorarius parasiticus</i>	OUI	Art. 4	/	Non	Non	NT	LC
Labbe pomarin	<i>Stercorarius pomarinus</i>	/	Art. 4	/	Non	Non	NT	LC
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	/	Art. 3	/	VU	EN	NT	VU
Locustelle lusciniôïde	<i>Locustella luscinioides</i>	OUI	Art. 3	/	CR	Non	NE	EN
Locustelle tachetée	<i>Locustella naevia</i>	OUI	Art. 3	/	LC	Non	NA	NT
Macreuse noire	<i>Melanitta nigra</i>	OUI	/	/	Non	VU	NA	LC
Marouette ponctuée	<i>Porzana</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	NE	Non	NA	VU
Martinet noir	<i>Apus</i>	/	Art. 3	/	LC	Non	NA	NT
Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>	/	Art. 3	Ann. I	LC	LC	NE	VU

Nom français	Nom scientifique	ZNIEFF	Protect° Nat.	Directive	LR Règ. / N	LR Règ. / H	LR Règ. / Mi	LR FR
Mergule nain	<i>Alle</i>	/	Art. 4	/	Non	RE	NA	NA
Merle à plastron	<i>Turdus torquatus</i>	OUI	Art. 3	/	NE	Non	NE	LC
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	/	/	/	LC	LC	NA	LC
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	/	Art. 3	/	LC	LC	NA	LC
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	/	Art. 3	/	LC	LC	NA	LC
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	/	Art. 3	/	LC	LC	NA	LC
Mésange huppée	<i>Lophophanes cristatus</i>	/	Art. 3	/	VU	NT	VU	LC
Mésange noire	<i>Periparus ater</i>	/	Art. 3	/	LC	DD	NE	LC
Mésange nonnette	<i>Poecile palustris</i>	/	Art. 3	/	EN	NT	NT	LC
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	/	Art. 3	Ann. I	NE	Non	NA	LC
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	/	Art. 3	/	NT	NT	NT	LC
Moineau friquet	<i>Passer montanus</i>	/	Art. 3	/	NT	DD	Non	EN
Mouette mélanocéphale	<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	NE	NT	NE	LC
Mouette pygmée	<i>Hydrocoloeus minutus</i>	/	Art. 3	Ann. I	Non	EN	NE	LC
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	/	Art. 3	/	CR	LC	NE	NT
Oie cendrée	<i>Anser</i>	OUI	/	/	NA	VU	NA	VU
Oie rieuse	<i>Anser albifrons</i>	OUI	/	/	Non	VU	NA	NA
Panure à moustaches	<i>Panurus biarmicus</i>	OUI	Art. 3	/	NE	DD	NE	LC
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	/	/	/	DD	DD	NA	LC
Petit Gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	OUI	Art. 3	/	VU	Non	NE	LC
Petit pingouin	<i>Alca torda</i>	OUI	Art. 3*	/	RE	LC	NA	CR
Pétrel fulmar	<i>Fulmarus glacialis</i>	OUI	Art. 3	/	EN	EN	NA	NT
Pétrel tempête	<i>Hydrobates pelagicus</i>	/	Art. 3	Ann. I	/	/	/	VU
Phalarope à bec large	<i>Phalaropus fulicarius</i>	/	Art. 4	/	Non	Non	NA	NA
Phragmite aquatique	<i>Acrocephalus paludicola</i>	OUI	Art. 3*	Ann. I	Non	Non	VU	VU
Phragmite des joncs	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	/	Art. 3	/	LC	Non	NA	LC
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	/	Art. 3	/	DD	LC	Non	LC
Pic noir	<i>Dryocopus martius</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	VU	VU	Non	LC
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	/	Art. 3	/	DD	DD	Non	LC
Pie bavarde	<i>Pica</i>	/	/	/	LC	LC	NT	LC
Pie-grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	VU	Non	NE	NT
Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	/	/	/	/	/	/	DD
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	OUI	/	/	VU	NA	NA	LC

Nom français	Nom scientifique	ZNIEFF	Protect° Nat.	Directive	LR Règ. / N	LR Règ. / H	LR Règ. / Mi	LR FR
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	/	/	/	LC	LC	NA	LC
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	/	Art. 3	/	LC	LC	NA	LC
Pinson du nord	<i>Fringilla montifringilla</i>	/	Art. 3	/	Non	DD	NA	DD
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	/	Art. 3	/	LC	Non	NA	LC
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	/	Art. 3	/	EN	DD	NA	VU
Pipit maritime	<i>Anthus petrosus</i>	OUI	Art. 3	/	EN	DD	NA	NT
Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i>	/	Art. 3	Ann. I	Non	Non	NE	LC
Pipit spioncelle	<i>Anthus spinoletta</i>	/	Art. 3	/	Non	DD	NA	LC
Plongeon arctique	<i>Gavia arctica</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	Non	EN	NA	DD
Plongeon catmarin	<i>Gavia stellata</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	Non	VU	NA	DD
Plongeon imbrin	<i>Gavia immer</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	Non	CR	NA	VU
Pluvier argenté	<i>Pluvialis squatarola</i>	OUI	/	/	Non	NT	NE	LC
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	/	/	Ann. I	Non	NT	NE	LC
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	/	Art. 3	/	EN	Non	NA	NT
Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	OUI	Art. 3	/	EN	Non	NA	NT
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	/	Art. 3	/	LC	NT	VU	LC
Poule-d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>	/	/	/	LC	LC	NA	LC
Puffin des Anglais	<i>Puffinus</i>	OUI	Art. 3	/	/	/	/	EN
Puffin des Baléares	<i>Puffinus mauretanicus</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	Non	Non	VU	VU
Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i>	OUI	/	/	LC	DD	NA	NT
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	/	Art. 3	/	LC	DD	NA	LC
Roitelet huppé	<i>Regulus</i>	/	Art. 3	/	LC	LC	NT	NT
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	/	Art. 3	/	LC	LC	NA	LC
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus</i>	OUI	Art. 3	/	DD	Non	NA	LC
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	/	Art. 3	/	LC	DD	NA	LC
Rousserolle effarvate	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	OUI	Art. 3	/	LC	Non	NA	LC
Rousserolle verderolle	<i>Acrocephalus palustris</i>	OUI	Art. 3	/	LC	Non	NA	LC
Sarcelle d'été	<i>Spatula querquedula</i>	OUI	/	/	EN	Non	NA	VU
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>	OUI	/	/	CR	LC	NA	VU
Serin cini	<i>Serinus</i>	/	Art. 3	/	NT	DD	NA	VU
Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>	/	Art. 3	/	NT	NT	NT	LC
Spatule blanche	<i>Platalea leucorodia</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	NE	CR	NE	VU
Sterne caugék	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	NE	CR	NE	NT
Sterne fuligineuse	<i>Onychoprion fuscatus</i>	/	Art. 4	/	/	/	/	NA
Sterne naine	<i>Sternula albifrons</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	Non	Non	NT	LC

Nom français	Nom scientifique	ZNIEFF	Protect° Nat.	Directive	LR Règ. / N	LR Règ. / H	LR Règ. / Mi	LR FR
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	OUI	Art. 3	Ann. I	EN	Non	NT	LC
Tadorne de Belon	<i>Tadorna</i>	OUI	Art. 3	/	LC	LC	NA	LC
Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i>	/	Art. 3	/	LC	DD	NA	NT
Tarin des aulnes	<i>Spinus</i>	/	Art. 3	/	NE	DD	NA	LC
Torcol fourmilier	<i>Jynx torquilla</i>	/	Art. 3	/	CR	Non	NA	LC
Tournepiere à collier	<i>Arenaria interpres</i>	OUI	Art. 3	/	Non	LC	NE	LC
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	/	/	/	LC	Non	NT	VU
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	/	/	/	LC	LC	NA	LC
Traquet motteux	<i>Oenanthe</i>	OUI	Art. 3	/	CR	Non	NE	NT
Traquet tarier	<i>Saxicola rubetra</i>	OUI	Art. 3	/	NT	Non	NA	VU
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes</i>	/	Art. 3	/	LC	LC	Non	LC
Vanneau huppé	<i>Vanellus</i>	OUI	/	/	EN	LC	NE	NT
Verdier d'Europe	<i>Chloris</i>	/	Art. 3	/	LC	LC	NA	VU

ZNIEFF : Espèces Déterminantes de Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

Protect° Nat. : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Dir Euro : Directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages.

LR Règ. : Liste rouge des oiseaux nicheurs de Basse-Normandie. N : liste concernant les oiseaux nicheurs ; M : liste concernant les oiseaux migrateurs ; H : liste concernant les oiseaux hivernants.

LR FR : Liste rouge des oiseaux de France Métropolitaine.

CR : En danger critique ; EN : En danger ; VU : Vulnérable ; NT : Quasi menacée ; LC : Préoccupation mineure ; DD : Données insuffisantes ; NA : Non applicable ; NE : Non évaluée.

4.8. POISSONS

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protect° Nat.	Directive	LR FRA
<i>Anguilla</i>	Anguille d'Europe	/	/	CR
<i>Conger</i>	Congre d'Europe	/	/	/
<i>Barbatula</i>	Loche franche	/	/	LC
<i>Rutilus</i>	Gardon	/	/	LC
<i>Salmo trutta</i>	Truite de mer	Art. 1	Ann. II	NT
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Truite arc-en-ciel	/	/	NA
<i>Cottus gobio</i>	Chabot	/	Ann. II	LC

Protect° Nat. : Arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national.

Directive : Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.

LR France : Liste rouge des poissons d'eau douce de France.

ÉTUDE D'IMPACT

- Annexe 7 -

Population et santé humaine

PLACE DE L'ANNEXE DANS LES ANNEXES DE L'ÉTUDE D'IMPACT

- Annexe 1 – Description des ouvrages de prélèvement d'eau et de rejet dans l'environnement
- Annexe 2 – Traitement des effluents radioactifs liquides et gazeux
- Annexe 3 – Description de la station de production d'eau déminéralisée (intégrant l'unité de dessalement)
- Annexe 4 – Description des réseaux de collecte et de traitement des effluents non contaminables du site de Flamanville (dont électrochloration)
- Annexe 5 – Données chimiques liquides
- Annexe 6 – Biodiversité
- Annexe 7 – Population et santé humaine**

SOMMAIRE

1.	ÉVALUATION DE L'IMPACT DOSIMÉTRIQUE À L'HOMME	7
1.1.	IMPACT DOSIMÉTRIQUE DÛ AUX REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS	7
1.1.1.	Radionucléides et activités rejetées pris en compte dans les calculs	7
1.1.2.	Transferts en milieu atmosphérique	10
1.1.3.	Transferts en milieu marin	10
1.1.4.	Transferts en milieu agricole.....	12
1.1.5.	Évaluation de l'exposition des populations	14
1.1.6.	Résultats de l'impact dosimétrique des rejets d'effluents radioactifs	22
1.2.	ÉVALUATION DE L'EXPOSITION DU PUBLIC AUX RAYONNEMENTS IONISANTS PAR IRRADIATION DIRECTE	27
2.	ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES DES REJETS CHIMIQUES	28
2.1.	COMPOSITION DES MÉLANGES	28
2.2.	VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE	29
2.3.	SÉLECTION DES SUBSTANCES	35
2.4.	CONCENTRATIONS DANS LA MANCHE ET DANS LES PRODUITS DE LA MER	36
2.5.	DOSE JOURNALIÈRE D'EXPOSITION EN EXPOSITIONS CHRONIQUE ET AIGUË	37
2.6.	ESTIMATION DES RISQUES POUR LES EFFETS SANS SEUIL	38
2.7.	ÉTUDE DE SENSIBILITÉ POUR LA POPULATION « GRANDS CONSOMMATEURS DE LA MER »	39
2.8.	DONNÉES TOXICOLOGIQUES DES SUBSTANCES	41
2.8.1.	Acétates (n° CAS 1027-09-3) / Acide acétique (n° CAS 64-19-7).....	41
2.8.2.	Acide acrylique (n° CAS 79-10-7).....	42
2.8.3.	Acide borique (n° CAS 10043-35-3)	43
2.8.4.	Aluminium (n° CAS 7429-90-5)	45
2.8.5.	Ammoniac (n° CAS 7664-41-7)	46
2.8.6.	Ammonium (n° CAS 14798-03-9).....	46
2.8.7.	ATMP (n° CAS 6419-19-8)	47
2.8.8.	Bromoforme (n° CAS 75-25-2)	48
2.8.9.	Chlorures	49
2.8.10.	Chrome (n° CAS 7440-47-3)	49

2.8.11. Cuivre (n° CAS 7440-50-8).....	50
2.8.12. Détergents	52
2.8.13. Dioxyde d'azote (n° CAS 10102-44-0)	53
2.8.14. Dioxyde de soufre (n° CAS 7446-0-5)	54
2.8.15. Éthanolamine (n° CAS 141-43-5)	54
2.8.16. Éthylamine (n° CAS 75-04-7)	56
2.8.17. Fer (n° CAS 7439-89-6).....	56
2.8.18. Formiates (n° CAS 64-18-6)	57
2.8.19. Formol (n° CAS 50-00-0)	58
2.8.20. Glycolates (n° CAS 79-14-1)	59
2.8.21. HEDP (n° CAS 2809-21-4)	61
2.8.22. Hydrazine (n° CAS 302-01-2).....	62
2.8.23. Lithine (n° CAS 1310-66-3).....	63
2.8.24. Manganèse (n° CAS 7439-96-5)	63
2.8.25. Méthylamine (n° CAS 74-89-5).....	64
2.8.26. Nickel (n° CAS 7440-02-0)	65
2.8.27. Nitrates (n° CAS 14797-55-8).....	66
2.8.28. Oxalates (n° CAS 144-62-7).....	67
2.8.29. Phosphates	68
2.8.30. Phosphites (Acide phosphoreux n° CAS 10294-56-1)	69
2.8.31. Plomb (n° CAS 7439-92-1).....	70
2.8.32. Polyacrylates.....	72
2.8.33. Sodium.....	73
2.8.34. Sulfates	73
2.8.35. Zinc (n° CAS 7440-66-6)	74

TABLEAUX

Tableau a :	Radionucléides et activités rejetées pris en compte dans les calculs (rejets d'effluents radioactifs liquides)	8
Tableau b :	Radionucléides et activités rejetées pris en compte dans les calculs (rejets d'effluents radioactifs atmosphériques).....	9
Tableau c :	Coefficients de partage eau/sable et eau/sédiments	10
Tableau d :	Facteur de concentration à l'équilibre dans les produits marins (m ³ /kg)	11
Tableau e :	Teneur en eau des produits marins (kg/kg)	11
Tableau f :	Coefficient de fixation du tritium sur la matière organique des produits marins	11
Tableau g :	Teneur en carbone stable des produits marins (kg/kg).....	12
Tableau h :	Rations alimentaires des animaux (kg/j)	13
Tableau i :	Coefficients de dose par ingestion (Sv/Bq)	14
Tableau j :	Coefficients de dose par inhalation (Sv/Bq)	15
Tableau k :	Coefficients de dose par exposition externe au panache, toutes classes d'âge (Sv.s ⁻¹)/(Bq.m ⁻³)	16
Tableau l :	Autres coefficients de dose externe, toutes classes d'âge	17

Tableau m :	Rations alimentaires (kg/j).....	18
Tableau n :	Rations alimentaires pour le groupe « grand consommateur de produits de la mer » (kg/j)	19
Tableau o :	Taux d'autoconsommation (%)	20
Tableau p :	Débits respiratoires (m ³ /h).....	20
Tableau q :	Budget-temps (h/j).....	21
Tableau r :	Dose efficace annuelle par voie d'exposition et par radionucléide (Sv) pour les rejets d'effluents radioactifs aux limites d'autorisation du site de Flamanville – Adulte	22
Tableau s :	Dose efficace annuelle par voie d'exposition et par radionucléide (Sv) pour les rejets d'effluents radioactifs aux limites d'autorisation du site de Flamanville – Enfant de 10 ans	23
Tableau t :	Dose efficace annuelle par voie d'exposition et par radionucléide (Sv) pour les rejets d'effluents radioactifs aux limites d'autorisation du site de Flamanville – Enfant de 1 an	24
Tableau u :	Distance des balises au barycentre des BR	27
Tableau v :	Ensemble des VTR identifiées pour les substances étudiées dans l'EPRS par voie orale	30
Tableau w :	Sélection des substances considérées dans l'étude	35
Tableau x :	Concentrations moyennes et maximales ajoutées attribuables en champ proche et en champ lointain des rejets, ainsi que dans les produits de la mer	36
Tableau y :	DJE (mg/kg/j) – Exposition chronique	38
Tableau z :	DJE (mg/kg/j) – Exposition aiguë	38
Tableau aa :	Paramètres associés aux catégories de population étudiées.....	39
Tableau bb :	DJE (mg/kg/j) - Exposition chronique et Exposition aiguë - Grands consommateurs.....	40

FIGURES

Figure a :	Contributions des voies d'exposition à la dose efficace totale (%) pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an	25
Figure b :	Contributions des radionucléides à la dose efficace totale (%) pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an	26

1. ÉVALUATION DE L'IMPACT DOSIMÉTRIQUE À L'HOMME

Ce paragraphe constitue l'annexe à l'évaluation du risque sanitaire des rejets radioactifs issus du fonctionnement des trois réacteurs du site de Flamanville (Cf. [Paragraphe 8.3.1 du Chapitre 8](#))

1.1. IMPACT DOSIMÉTRIQUE DÛ AUX REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS

1.1.1. RADIONUCLÉIDES ET ACTIVITÉS REJETÉES PRIS EN COMPTE DANS LES CALCULS

Pour l'évaluation des incidences, les activités annuelles rejetées de chaque radionucléide sont calculées à partir des limites en activité annuelle rejetée et des spectres type des rejets radioactifs liquides et à l'atmosphère du palier 1300 MWe. Ces spectres sont applicables pour les trois réacteurs du site.

Ces spectres ont été établis à partir des rejets moyens des sites 1300 MWe sur la période [2005-2018]. Les activités annuelles rejetées sont présentées dans les tableaux suivants.

Tableau a : Radionucléides et activités rejetées pris en compte dans les calculs (rejets d'effluents radioactifs liquides)

Famille de radionucléides	Radionucléides ¹	Limites annuelles d'autorisation (en GBq/an)	Activité rejetée par radionucléide aux limites d'autorisation (en GBq/an) ²
Tritium	³ H	165 000 ³	165 000
Carbone 14	¹⁴ C	280	280
Iodes	¹³¹ I	0,12	0,12
Autres PF/PA	⁵⁴ Mn	13	0,403 (3,1 %)
	⁵⁸ Co		2,912 (22,4 %)
	⁶⁰ Co		3,042 (23,4 %)
	⁶³ Ni		3,094 (23,8 %)
	^{110m} Ag		0,585 (4,5 %)
	^{123m} Te		0,455 (3,5 %)
	¹²⁴ Sb		0,481 (3,7 %)
	¹²⁵ Sb		1,014 (7,8 %)
	¹³⁴ Cs		0,351 (2,7 %)
	¹³⁷ Cs		0,585 (4,5 %)
	⁵¹ Cr		0,065 (0,499 %)
	⁵⁷ Co		0,001 (0,011 %)
	⁹⁵ Nb		0,009 (0,066 %)
⁹⁵ Zr	0,003 (0,024 %)		

Les rejets d'effluents radioactifs liquides du site de Flamanville sont réalisés en mer avec un débit moyen de 45 m³/s.

¹ H : Tritium, C : Carbone, I : Iode, Mn : Manganèse, Co : Cobalt, Ni : Nickel, Ag : Argent, Te : Tellure, Sb : Antimoine, Cs : Césium, Cr : Chrome, Nb : Niobium, Zr : Zirconium.

² Le chiffre entre parenthèses dans la colonne « Activité rejetée par radionucléide aux limites d'autorisation » désigne la proportion de l'activité de la famille attribuée à chacun des radionucléides.

³ La limite réglementaire en activité annuelle rejetée en tritium est de 145 000 + 10 000 x N avec N correspondant au nombre de réacteurs parmi les réacteurs 1 et 2 ayant une gestion du combustible à haut taux de combustion (HTC). Pour l'étude d'impact, la valeur d'activité annuelle rejetée en tritium la plus pénalisante est utilisée. Cette valeur de 165 000 GBq/an est obtenue lorsque les réacteurs 1 et 2 sont rechargés avec du combustible HTC.

Tableau b : Radionucléides et activités rejetées pris en compte dans les calculs (rejets d'effluents radioactifs atmosphériques)

Famille de radionucléides	Radionucléides ⁴	Limites annuelles d'autorisation (en GBq/an)	Activité rejetée par radionucléide aux limites d'autorisation (en GBq/an)
Tritium	³ H	11 000	11 000
Carbone 14	¹⁴ C	2 300	2 300
Gaz rares	⁴¹ Ar	40 000	620 (1,55 %)
	⁸⁵ Kr		1 004 (2,51 %)
	^{131m} Xe		2 152 (5,38 %)
	¹³³ Xe		28 296 (70,74 %)
	¹³⁵ Xe		7 832 (19,58 %)
	^{85m} Kr		38 (0,096 %)
	⁸⁸ Kr		16 (0,041 %)
	^{133m} Xe		28 (0,071 %)
	^{135m} Xe		13 (0,032 %)
Iodes	¹³¹ I	1	0,290 (29,0 %)
	¹³³ I		0,558 (55,8 %)
	¹³² I		0,084 (8,4 %)
	¹³⁵ I		0,039 (3,9 %)
	¹³⁴ I		0,029 (2,9 %)
Autres PF/PA	⁵⁸ Co	0,15	0,054 (35,7 %)
	⁶⁰ Co		0,035 (23,6 %)
	¹³⁴ Cs		0,021 (14,3 %)
	¹³⁷ Cs		0,024 (16,1 %)
	⁵¹ Cr		0,014 (9,38 %)
	⁵⁴ Mn		0,001 (0,38 %)
	⁹⁵ Nb		0,0004 (0,28 %)
	¹²⁴ Sb		0,0004 (0,26 %)

Les rejets d'effluents radioactifs atmosphériques du site de Flamanville se font à débit identique par les trois cheminées du bâtiment des auxiliaires nucléaires (situé près du bâtiment réacteur), à une vitesse de rejet de 7 m/s et à température ambiante. Les cheminées ont une hauteur de 98 m et un diamètre de 3 m pour les cheminées du bâtiment des auxiliaires nucléaires des réacteurs 1 et 2 et de 3,2 m pour la cheminée du bâtiment des auxiliaires nucléaires du réacteur 3.

⁴ H : Tritium, C : Carbone, Ar : Argon, Kr : Krypton, Xe : Xénon, I : Iode, Co : Cobalt, Cs : Césium, Cr : Chrome, Mn : Manganèse, Nb : Niobium, Sb : Antimoine.

1.1.2. TRANSFERTS EN MILIEU ATMOSPHÉRIQUE

Les activités volumiques dans l'air ainsi que les flux de dépôt atmosphériques sur les surfaces continentales sont évalués via l'utilisation d'un modèle de dispersion basé sur le post-traitement d'essais expérimentaux réalisés sur des maquettes en soufflerie, implémenté dans SYMBIOSE. Ce modèle repose sur une approche simple, dans laquelle les écarts type de diffusion sont tabulés en fonction des classes de stabilité (en l'occurrence, les classes de Pasquill). Les processus modélisés sont : la surélévation cinétique du panache, l'advection, la diffusion turbulente, les filiations radioactives et l'appauvrissement du panache par dépôt atmosphérique.

Pour les radionucléides rejetés sous forme d'aérosols, ainsi que pour l'eau tritiée, qui sont lessivables par les pluies, il est considéré un coefficient de lessivage proportionnel à l'intensité de la pluie et une vitesse de dépôt sec de 0,005 m/s.

Pour les radionucléides rejetés sous forme de gaz ($^{14}\text{CO}_2$, méthane, gaz rares...), qui sont considérés comme étant faiblement lessivables par les pluies il est considéré l'absence de dépôts par temps sec (vitesse de dépôt sec nulle) comme par temps humide.

1.1.3. TRANSFERTS EN MILIEU MARIN

L'activité du sable et des sédiments de plage est calculée avec un modèle à l'équilibre avec l'eau de mer via un coefficient d'adsorption K_d , ces coefficients sont présentés dans le [Tableau c.](#)

Tableau c : Coefficients de partage eau/sable et eau/sédiments

Élément	K_d sable (m^3/kg)	K_d sédiment (m^3/kg)
Ag	0,09	10
Ba	0,2	2
C	0,005	1
Co	0,06	300
Cs	0,27	4
Cr	0,067	50
H	0,001	0.001
I	0,001	0.07
Mn	0,049	2 000
Nb	0,16	800
Ni	0,4	20
Sb	0,045	2
Te	0,125	1
Zr	0,6	2 000

La concentration des parties comestibles des produits marins (les poissons, les crustacés, les mollusques) est évaluée en supposant que celles-ci sont en équilibre avec le milieu. Pour ce faire, un facteur de concentration à l'équilibre est utilisé. Les facteurs de concentration utilisés sont présentés au [Tableau d](#).

Tableau d : Facteur de concentration à l'équilibre dans les produits marins (m³/kg)

Élément	Crustacé	Mollusque	Poisson
Ag	200	60	10
Ba	0,0007	0,01	0,01
Co	7	20	0,7
Cs	0,05	0,06	0,1
Cr	0,1	2	0,2
I	0,003	0,01	0,009
Mn	5	50	1
Nb	0,2	1	0,03
Ni	1	2	1
Sb	0,3	0,3	0,6
Te	1	1	1
Zr	0,2	5	0,02

Pour l'eau tritiée HTO, il est appliqué l'hypothèse d'équilibre isotopique qui se traduit par l'égalité des activités spécifiques de HTO entre l'eau du produit marin et l'eau de mer. La teneur en eau des produits marins est donnée au [Tableau e](#).

Pour le tritium organiquement lié TOL, ce phénomène est pris en compte par un coefficient de fixation du tritium sur la matière organique des produits marins, donné au [Tableau f](#).

Tableau e : Teneur en eau des produits marins (kg/kg)

Produits de la mer	Teneur en eau des produits marins (kg/kg)
Crustacé	0,8
Mollusque	0,85
Poisson	0,8

Tableau f : Coefficient de fixation du tritium sur la matière organique des produits marins

Produit de la mer	Coefficient de fixation du tritium sur la matière organique des produits marins (sans dimension)
Crustacé	0,64
Mollusque	0,64
Poisson	0,64

Pour le carbone 14, il est fait l'hypothèse d'un équilibre isotopique entre compartiments de la chaîne trophique et l'eau de mer. La concentration en carbone stable des produits marins est donnée au [Tableau g](#).

Tableau g : Teneur en carbone stable des produits marins (kg/kg)

Produit de la mer	Teneur en eau des produits marins (kg/kg)
Crustacé	0,08
Mollusque	0,08
Poisson	0,095

1.1.4. TRANSFERTS EN MILIEU AGRICOLE

1.1.4.1. Transferts dans les végétaux

Pour les formes aérosol

Le transfert foliaire est caractérisé par l'activité de l'organe consommé du végétal induite par les phénomènes suivants :

- Apport d'activité par dépôts atmosphériques sec et humide pour les formes aérosol et interception d'une fraction des dépôts, directement ou indirectement, par l'organe consommé.
- Décroissance de l'activité par lessivage par les pluies, érosion éolienne, dilution biologique, broutage et décroissance radioactive.

Le transfert racinaire est caractérisé par l'activité de l'organe consommé du végétal induite par l'absorption racinaire de l'activité bio-disponible du sol et de la translocation subséquente vers l'organe au cours de la période végétative.

Pour le carbone 14 et le tritium

La photosynthèse constitue le mode principal d'incorporation des formes gazeuses du carbone 14 (CO₂) et du Tritium Organiquement Lié (TOL) au sein de la matière organique. La dynamique de croissance de la biomasse est prise en compte.

Le carbone 14 sous forme de CO₂ est incorporé à la matière organique au cours de la photosynthèse. Il est ainsi considéré qu'à chaque pas de temps, la quantité de biomasse nouvellement formée possède un rapport isotopique ¹⁴C/¹²C (rapport du carbone 14 sur carbone stable) identique à celui de l'environnement ambiant.

L'apport de Tritium Organiquement Lié (TOL) se fait par incorporation du tritium sous forme gazeuse lors de la photosynthèse. Il est considéré qu'à chaque pas de temps, la quantité de biomasse nouvellement formée possède un rapport isotopique ³H/¹H (rapport du tritium sur hydrogène stable) identique à celui de l'environnement ambiant pondéré par un facteur de discrimination isotopique du tritium (compris entre 0,7 et 0,9) dépendant du type de végétal.

L'apport de tritium sous forme HTO prend en compte plusieurs phénomènes, notamment les phénomènes diffusifs à l'interface feuille-atmosphère. Les plantes absorbent la vapeur d'eau tritiée de l'atmosphère à travers les orifices stomatiques des feuilles et une partie de l'eau tritiée est éliminée par transpiration. Une fraction du dépôt humide est captée par les parties aériennes de la plante tandis qu'une fraction de l'eau tritiée du sol est prélevée par les racines. Une partie de l'activité apportée par voie foliaire ou racinaire est ensuite transférée à l'organe consommé de la plante. La proportion de l'activité apportée (qu'elle soit d'origine foliaire ou racinaire) transférée à l'organe, dépend de la teneur en hydrogène stable (110 mol/kg) ou en carbone stable (41 mol/kg) de la plante.

Le carbone 14 et le tritium sont éliminés par décroissance radioactive et dilution biologique (via la croissance de la biomasse de la plante notamment) et, dans le cas du carbone 14, par dépôt de litière (pertes de biomasse végétale vers le sol).

1.1.4.2. Transferts dans les produits d'origine animale

Les rations alimentaires des animaux sont constituées des différents produits dans des proportions variables selon le type d'élevage et les disponibilités liées essentiellement à la région, au climat et à la saison (Cf. [Tableau h](#)).

Tableau h : Rations alimentaires des animaux (kg/j)

Mouton	Jour de l'année							
	1	91	166	244	274	288	305	366
Eau	10	10	10	10	10	10	10	10
Foin Hiver	4	0	0	0	4	4	4	4
Foin Printemps	4	0	0	0	4	4	4	4
Prairie	0	5	5	5	0	0	0	0

Porc	Jour de l'année							
	1	91	166	244	274	288	305	366
Céréale hiver	1	1	1	1	1	1	1	1
Céréale printemps	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Eau	10	10	10	10	10	10	10	10

Poule	Jour de l'année							
	1	91	166	244	274	288	305	366
Céréale hiver	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Céréale printemps	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Eau	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Poulet	Jour de l'année							
	1	91	166	244	274	288	305	366
Céréale hiver	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Céréale printemps	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Eau	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Bœuf et vache	Jour de l'année							
	1	91	166	244	274	288	305	366
Eau	18	18	18	18	18	18	18	18
Foin Hiver	1	1	1	1	1	1	1	1
Foin Printemps	1	1	1	1	1	1	1	1
Maïs ensilé	15	15	15	15	15	15	15	15
Prairie	40	40	40	40	40	40	40	40

Suite à l'incorporation des radionucléides, intervient le phénomène de **métabolisation** qui désigne l'ensemble des processus qui régissent les transferts dynamiques des radionucléides vers les parties de l'animal qui sont consommées.

La proportion de l'activité ingérée transférée vers les différents organes consommés de l'animal dépend :

- pour les radionucléides hors tritium et carbone 14 : d'un facteur de transfert à l'équilibre,
- pour le tritium et le carbone 14 : de la teneur en hydrogène stable ainsi que de la teneur en carbone stable de l'animal.

Pour le tritium HTO, on considère en plus un apport d'activité par inhalation de vapeur d'eau tritiée présente dans l'atmosphère. L'apport de HTO est évalué en supposant l'équilibre isotopique instantané $^3\text{H}/^1\text{H}$ entre l'air et l'animal.

1.1.5. ÉVALUATION DE L'EXPOSITION DES POPULATIONS

1.1.5.1. Voies d'exposition et classes d'âge prises en compte

Les coefficients de dose associés aux différentes voies d'exposition sont issus de la base ECRIN⁵ et donnés dans les [Tableau i](#), [Tableau j](#), [Tableau k](#) et [Tableau l](#) suivants :

Tableau i : Coefficients de dose par ingestion (Sv/Bq)

Radionucléide	Enfant de 1 an	Enfant de 10 ans	Adulte
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	$1,4 \cdot 10^{-08}$	$5,2 \cdot 10^{-09}$	$2,8 \cdot 10^{-09}$
^{14}C	$1,6 \cdot 10^{-09}$	$8,0 \cdot 10^{-10}$	$5,8 \cdot 10^{-10}$
^{57}Co	$1,6 \cdot 10^{-09}$	$5,8 \cdot 10^{-10}$	$2,1 \cdot 10^{-10}$
^{58}Co	$4,4 \cdot 10^{-09}$	$1,7 \cdot 10^{-09}$	$7,4 \cdot 10^{-10}$
^{60}Co	$2,7 \cdot 10^{-08}$	$1,1 \cdot 10^{-08}$	$3,4 \cdot 10^{-09}$
^{51}Cr	$2,3 \cdot 10^{-10}$	$7,8 \cdot 10^{-11}$	$3,8 \cdot 10^{-11}$
^{134}Cs	$1,6 \cdot 10^{-08}$	$1,4 \cdot 10^{-08}$	$1,9 \cdot 10^{-08}$
^{137}Cs	$1,2 \cdot 10^{-08}$	$1,0 \cdot 10^{-08}$	$1,3 \cdot 10^{-08}$
$^3\text{H}_{\text{HTO}}$	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$2,3 \cdot 10^{-11}$	$1,8 \cdot 10^{-11}$
$^3\text{H}_{\text{OBT}}$	$1,2 \cdot 10^{-10}$	$5,7 \cdot 10^{-11}$	$4,2 \cdot 10^{-11}$

⁵ Base de données de coefficients de dose ECRIN - <http://www.ECRIN-irsn.org>

Radionucléide	Enfant de 1 an	Enfant de 10 ans	Adulte
¹³¹ I	1,8.10 ⁻⁰⁷	5,2.10 ⁻⁰⁸	2,2.10 ⁻⁰⁸
¹³² I	2,4.10 ⁻⁰⁹	6,2.10 ⁻¹⁰	2,9.10 ⁻¹⁰
¹³³ I	4,4.10 ⁻⁰⁸	1,0.10 ⁻⁰⁸	4,3.10 ⁻⁰⁹
¹³⁴ I	7,5.10 ⁻¹⁰	2,1.10 ⁻¹⁰	1,1.10 ⁻¹⁰
¹³⁵ I	8,9.10 ⁻⁰⁹	2,2.10 ⁻⁰⁹	9,3.10 ⁻¹⁰
⁵⁴ Mn	3,1.10 ⁻⁰⁹	1,3.10 ⁻⁰⁹	7,1.10 ⁻¹⁰
⁹⁵ Nb	3,2.10 ⁻⁰⁹	1,1.10 ⁻⁰⁹	5,8.10 ⁻¹⁰
^{95m} Nb	4,1.10 ⁻⁰⁹	1,2.10 ⁻⁰⁹	5,6.10 ⁻¹⁰
⁶³ Ni	8,4.10 ⁻¹⁰	2,8.10 ⁻¹⁰	1,5.10 ⁻¹⁰
¹²⁴ Sb	1,6.10 ⁻⁰⁸	5,2.10 ⁻⁰⁹	2,5.10 ⁻⁰⁹
¹²⁵ Sb	6,1.10 ⁻⁰⁹	2,1.10 ⁻⁰⁹	1,1.10 ⁻⁰⁹
^{123m} Te	8,8.10 ⁻⁰⁹	2,8.10 ⁻⁰⁹	1,4.10 ⁻⁰⁹
⁹⁵ Zr	5,6.10 ⁻⁰⁹	1,9.10 ⁻⁰⁹	9,5.10 ⁻¹⁰

Tableau j : Coefficients de dose par inhalation (Sv/Bq)

Radionucléide	Enfant de 1 an	Enfant de 10 ans	Adulte
¹⁴ C	6,6.10 ⁻⁰⁹	2,8.10 ⁻⁰⁹	2,0.10 ⁻⁰⁹
⁵⁸ Co	6,5.10 ⁻⁰⁹	2,4.10 ⁻⁰⁹	1,6.10 ⁻⁰⁹
⁶⁰ Co	3,4.10 ⁻⁰⁸	1,5.10 ⁻⁰⁸	1,0.10 ⁻⁰⁸
⁵¹ Cr	1,3.10 ⁻¹⁰	4,0.10 ⁻¹¹	2,0.10 ⁻¹¹
¹³⁴ Cs	7,3.10 ⁻⁰⁹	5,3.10 ⁻⁰⁹	6,6.10 ⁻⁰⁹
¹³⁷ Cs	5,4.10 ⁻⁰⁹	3,7.10 ⁻⁰⁹	4,6.10 ⁻⁰⁹
³ H	2,7.10 ⁻¹⁰	8,2.10 ⁻¹¹	4,5.10 ⁻¹¹
¹³¹ I	1,6.10 ⁻⁰⁷	4,8.10 ⁻⁰⁸	2,0.10 ⁻⁰⁸
¹³² I	2,3.10 ⁻⁰⁹	6,4.10 ⁻¹⁰	3,1.10 ⁻¹⁰
¹³³ I	4,1.10 ⁻⁰⁸	9,7.10 ⁻⁰⁹	4,0.10 ⁻⁰⁹
¹³⁴ I	6,9.10 ⁻¹⁰	2,2.10 ⁻¹⁰	1,5.10 ⁻¹⁰
¹³⁵ I	8,5.10 ⁻⁰⁹	2,1.10 ⁻⁰⁹	9,2.10 ⁻¹⁰
⁵⁴ Mn	4,1.10 ⁻⁰⁹	1,5.10 ⁻⁰⁹	8,5.10 ⁻¹⁰
⁹⁵ Nb	5,2.10 ⁻⁰⁹	2,2.10 ⁻⁰⁹	1,5.10 ⁻⁰⁹
¹²⁴ Sb	2,4.10 ⁻⁰⁸	9,6.10 ⁻⁰⁹	6,4.10 ⁻⁰⁹

Tableau k : Coefficients de dose par exposition externe au panache, toutes classes d'âge
(Sv.s⁻¹)/(Bq.m⁻³)

Radionucléide	Toutes classes d'âge
⁴¹ Ar	6,13.10 ⁻¹⁴
^{137m} Ba	2,88.10 ⁻¹⁴
¹⁴ C	2,24.10 ⁻¹⁹
⁵⁸ Co	4,76.10 ⁻¹⁴
⁶⁰ Co	1,26.10 ⁻¹³
⁵¹ Cr	1,51.10 ⁻¹⁵
¹³⁴ Cs	7,57.10 ⁻¹⁴
¹³⁷ Cs	7,74.10 ⁻¹⁸
³ H	3,31.10 ⁻¹⁹
¹³¹ I	1,82.10 ⁻¹⁴
¹³² I	1,12.10 ⁻¹³
¹³³ I	2,94.10 ⁻¹⁴
¹³⁴ I	1,30.10 ⁻¹³
¹³⁵ I	7,98.10 ⁻¹⁴
⁸⁵ Kr	2,55.10 ⁻¹⁶
^{85m} Kr	6,83.10 ⁻¹⁵
⁸⁸ Kr	9,72.10 ⁻¹⁴
⁵⁴ Mn	4,09.10 ⁻¹⁴
⁹⁵ Nb	3,74.10 ⁻¹⁴
¹²⁴ Sb	9,15.10 ⁻¹⁴
^{131m} Xe	3,70.10 ⁻¹⁶
¹³³ Xe	1,39.10 ⁻¹⁵
^{133m} Xe	1,27.10 ⁻¹⁵
¹³⁵ Xe	1,11.10 ⁻¹⁴
^{135m} Xe	1,85.10 ⁻¹⁴

Tableau I : Autres coefficients de dose externe, toutes classes d'âge

Radionucléide	Exposition externe surfacique (Sv/s)/(Bq/m ³)	Exposition externe 15 cm (Sv/s)/(Bq/m ³)	Exposition externe épaisseur infinie (Sv/s)/(Bq/m ³)	Immersion dans l'eau (Sv/s)/(Bq/m ³)
^{110m} Ag	7,93.10 ⁻¹⁷	9,19.10 ⁻¹⁷	2,65.10 ⁻¹⁵	2,94.10 ⁻¹⁶
⁴¹ Ar	3,72.10 ⁻¹⁷	4,47.10 ⁻¹⁷	1,20.10 ⁻¹⁵	1,41.10 ⁻¹⁶
^{137m} Ba	1,71.10 ⁻¹⁷	1,93.10 ⁻¹⁷	5,86.10 ⁻¹⁶	6,26.10 ⁻¹⁷
¹⁴ C	7,20.10 ⁻²³	7,20.10 ⁻²³	1,61.10 ⁻²⁰	4,39.10 ⁻²²
⁵⁷ Co	2,66.10 ⁻¹⁸	2,68.10 ⁻¹⁸	1,15.10 ⁻¹⁶	1,25.10 ⁻¹⁷
⁵⁸ Co	2,80.10 ⁻¹⁷	3,19.10 ⁻¹⁷	9,50.10 ⁻¹⁶	1,03.10 ⁻¹⁶
⁶⁰ Co	7,25.10 ⁻¹⁷	8,68.10 ⁻¹⁷	2,35.10 ⁻¹⁵	2,74.10 ⁻¹⁶
⁵¹ Cr	8,75.10 ⁻¹⁹	9,34.10 ⁻¹⁹	3,08.10 ⁻¹⁷	3,30.10 ⁻¹⁸
¹³⁴ Cs	4,47.10 ⁻¹⁷	5,07.10 ⁻¹⁷	1,52.10 ⁻¹⁵	1,64.10 ⁻¹⁶
¹³⁷ Cs	3,94.10 ⁻²¹	4,02.10 ⁻²¹	2,85.10 ⁻¹⁹	1,49.10 ⁻²⁰
¹³¹ I	1,07.10 ⁻¹⁷	1,16.10 ⁻¹⁷	3,76.10 ⁻¹⁶	3,98.10 ⁻¹⁷
¹³² I	6,57.10 ⁻¹⁷	7,54.10 ⁻¹⁷	2,21.10 ⁻¹⁵	2,43.10 ⁻¹⁶
¹³³ I	1,74.10 ⁻¹⁷	1,95.10 ⁻¹⁷	5,97.10 ⁻¹⁶	6,39.10 ⁻¹⁷
¹³⁴ I	7,56.10 ⁻¹⁷	8,79.10 ⁻¹⁷	2,53.10 ⁻¹⁵	2,82.10 ⁻¹⁶
¹³⁵ I	4,56.10 ⁻¹⁷	5,48.10 ⁻¹⁷	1,47.10 ⁻¹⁵	1,73.10 ⁻¹⁶
⁸⁵ Kr	6,97.10 ⁻²⁰	7,65.10 ⁻²⁰	2,64.10 ⁻¹⁸	2,55.10 ⁻¹⁹
^{85m} Kr	3,93.10 ⁻¹⁸	4,06.10 ⁻¹⁸	1,52.10 ⁻¹⁶	1,65.10 ⁻¹⁷
⁸⁸ Kr	5,63.10 ⁻¹⁷	7,08.10 ⁻¹⁷	1,74.10 ⁻¹⁵	2,21.10 ⁻¹⁶
⁵⁴ Mn	2,40.10 ⁻¹⁷	2,76.10 ⁻¹⁷	8,12.10 ⁻¹⁶	8,88.10 ⁻¹⁷
⁹⁵ Nb	2,20.10 ⁻¹⁷	2,51.10 ⁻¹⁷	7,48.10 ⁻¹⁶	8,11.10 ⁻¹⁷
^{95m} Nb	1,63.10 ⁻¹⁸	1,71.10 ⁻¹⁸	6,26.10 ⁻¹⁷	6,43.10 ⁻¹⁸
¹²⁴ Sb	5,25.10 ⁻¹⁷	6,26.10 ⁻¹⁷	1,71.10 ⁻¹⁵	1,98.10 ⁻¹⁶
¹²⁵ Sb	1,18.10 ⁻¹⁷	1,31.10 ⁻¹⁷	4,25.10 ⁻¹⁶	4,39.10 ⁻¹⁷
^{123m} Te	3,29.10 ⁻¹⁸	3,36.10 ⁻¹⁸	1,43.10 ⁻¹⁶	1,44.10 ⁻¹⁷
^{131m} Xe	1,19.10 ⁻¹⁹	1,21.10 ⁻¹⁹	2,06.10 ⁻¹⁷	8,93.10 ⁻¹⁹
¹³³ Xe	5,37.10 ⁻¹⁹	5,36.10 ⁻¹⁹	4,61.10 ⁻¹⁷	3,54.10 ⁻¹⁸
^{133m} Xe	6,68.10 ⁻¹⁹	6,96.10 ⁻¹⁹	4,07.10 ⁻¹⁷	3,04.10 ⁻¹⁸
¹³⁵ Xe	6,74.10 ⁻¹⁸	7,11.10 ⁻¹⁸	2,42.10 ⁻¹⁶	2,61.10 ⁻¹⁷
^{135m} Xe	1,21.10 ⁻¹⁷	1,34.10 ⁻¹⁷	4,24.10 ⁻¹⁶	4,45.10 ⁻¹⁷
⁹⁵ Zr	2,13.10 ⁻¹⁷	2,42.10 ⁻¹⁷	7,23.10 ⁻¹⁶	7,82.10 ⁻¹⁷

1.1.5.2. Variables humaines d'exposition

1.1.5.2.1. Rations alimentaires

Les rations alimentaires retenues sont issues des dernières enquêtes alimentaires présentant des données consolidées et adaptées aux outils de calcul, à savoir :

- pour la consommation d'eau :
 - de la base de données CIBLEX⁶ qui fournit des rations issues des recommandations de l'ANSES⁷ (données pour la ZEAT⁸ Bassin Parisien Ouest).
- pour la consommation de denrées solides :
 - d'une enquête alimentaire locale réalisée en 1998 dans le Nord Cotentin ;
 - de l'enquête alimentaire nationale Fantino réalisée en 2005 pour l'enfant de 1 an.

Les rations alimentaires retenues sont données dans le [Tableau m](#) suivant :

Tableau m : Rations alimentaires (kg/j)

Aliment	Enfant de 1 an	Enfant de 10 ans	Adulte
Beurre	1,43.10 ⁻³	9,03.10 ⁻³	6,84.10 ⁻³
Crustacé	0,00	2,46.10 ⁻³	6,84.10 ⁻³
Eau (L/j)	8,00.10 ⁻¹	1,50	1,50
Farine De Céréale Homme	8,58.10 ⁻²	1,91.10 ⁻¹	2,37.10 ⁻¹
Fromage De Vache Fermenté	9,16.10 ⁻³	3,42.10 ⁻²	2,52.10 ⁻²
Lait De Vache (L/j)	0,00	3,35.10 ⁻¹	2,47.10 ⁻¹
Lait De Vache Longue Conservation (L/j)	5,01.10 ⁻¹	0,00	0,00
Légume Feuille	4,29.10 ⁻²	4,65.10 ⁻³	2,25.10 ⁻²
Légume Fruit	1,39.10 ⁻¹	1,22.10 ⁻¹	2,66.10 ⁻¹
Légume Racine	4,29.10 ⁻²	1,72.10 ⁻²	2,52.10 ⁻²
Mollusque	0,00	1,37.10 ⁻³	7,12.10 ⁻³
Œuf De Poule	4,33.10 ⁻³	1,40.10 ⁻²	2,33.10 ⁻²
Poisson de Mer	1,14.10 ⁻²	1,78.10 ⁻²	4,13.10 ⁻²
Pomme De Terre	4,83.10 ⁻²	5,04.10 ⁻²	7,28.10 ⁻²
Viande De Bœuf	1,50.10 ⁻²	2,57.10 ⁻²	4,30.10 ⁻²
Viande De Mouton	0,00	3,01.10 ⁻³	4,93.10 ⁻³
Viande De Porc	1,62.10 ⁻²	4,16.10 ⁻²	6,93.10 ⁻²
Viande De Poulet	1,09.10 ⁻²	2,16.10 ⁻²	3,59.10 ⁻²

⁶ CIBLEX, novembre 2003 – Banque de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué, Publication ADEME – IRSN.

⁷ Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

⁸ Zone d'Étude d'Aménagement du Territoire (ZEAT) Français.

Pour le groupe « grand consommateur de produits de la mer », les rations alimentaires retenues sont données dans le [Tableau n](#) suivant :

Tableau n : Rations alimentaires pour le groupe « grand consommateur de produits de la mer »
(kg/j)

Aliment	Enfant de 1 an	Enfant de 10 ans	Adulte
Beurre	$1,43.10^{-3}$	$9,03.10^{-3}$	$6,84.10^{-3}$
Crustacé	0,00	$1,62.10^{-2}$	$3,61.10^{-2}$
Eau (L/j)	$8,00.10^{-1}$	1,50	1,50
Farine De Céréale Homme	$8,58.10^{-2}$	$1,91.10^{-1}$	$2,37.10^{-1}$
Fromage De Vache Fermenté	$9,16.10^{-3}$	$3,42.10^{-2}$	$2,52.10^{-2}$
Lait De Vache (L/j)	0,00	$3,35.10^{-1}$	$2,47.10^{-1}$
Lait De Vache Longue Conservation (L/j)	$5,01.10^{-1}$	0,00	0,00
Légume Feuille	$4,29.10^{-2}$	$4,65.10^{-3}$	$2,25.10^{-2}$
Légume Fruit	$1,39.10^{-1}$	$1,22.10^{-1}$	$2,66.10^{-1}$
Légume Racine	$4,29.10^{-2}$	$1,72.10^{-2}$	$2,52.10^{-2}$
Mollusque	0,00	$8,76.10^{-3}$	$4,30.10^{-2}$
Œuf De Poule	$4,33.10^{-3}$	$1,40.10^{-2}$	$2,33.10^{-2}$
Poisson de Mer	$1,14.10^{-2}$	$5,45.10^{-2}$	$1,26.10^{-1}$
Pomme De Terre	$4,83.10^{-2}$	$5,04.10^{-2}$	$7,28.10^{-2}$
Viande De Bœuf	$1,50.10^{-2}$	$2,57.10^{-2}$	$4,30.10^{-2}$
Viande De Mouton	0,00	$3,01.10^{-3}$	$4,93.10^{-3}$
Viande De Porc	$1,62.10^{-2}$	$4,16.10^{-2}$	$6,93.10^{-2}$
Viande De Poulet	$1,09.10^{-2}$	$2,16.10^{-2}$	$3,59.10^{-2}$

Les taux d'autoconsommation retenus sont présentés dans le [Tableau o](#) suivant et sont issus d'un traitement statistique des dernières données disponibles, de l'enquête locale réalisée en 1998 dans le Nord Cotentin pour l'enfant de 10 ans et l'adulte et de l'enquête INSEE 1991 pour l'enfant de 1 an.

Tableau o : Taux d'autoconsommation (%)

Aliment	Enfant de 1 an	Enfant de 10 ans	Adulte
Beurre	12 %	44 %	44 %
Crustacé	0 %	54 %	54 %
Eau	100 %	100 %	100 %
Farine De Céréale Homme	8 %	0 %	0 %
Fromage De Vache Fermenté	12 %	24 %	24 %
Lait De Vache	0 %	16 %	16 %
Lait De Vache Longue Conservation	8 %	0 %	0 %
Légume Feuille	72 %	57 %	57 %
Légume Fruit	36 %	15 %	15 %
Légume Racine	68 %	54 %	54 %
Mollusque	0 %	75 %	75 %
Œuf De Poule	66 %	63 %	63 %
Poisson de Mer	22 %	40 %	40 %
Pomme De Terre	78 %	54 %	54 %
Viande De Bœuf	42 %	36 %	36 %
Viande De Mouton	47 %	36 %	36 %
Viande De Porc	37 %	36 %	36 %
Viande De Poulet	78 %	36 %	36 %

1.1.5.2.2. Débits respiratoires

Les débits respiratoires sont donnés dans le [Tableau p](#) ci-dessous.

Tableau p : Débits respiratoires (m³/h)

	Enfant de 1 an	Enfant de 10 ans	Adulte
Extérieur	0,49	0,87	1,59
Intérieur	0,35	0,60	0,80

1.1.5.2.3. Budgets-temps

Les activités considérées sont les suivantes :

- activités intérieures,
- activités associées à la prairie : temps d'exposition aux sols herbeux,
- activités associées aux grandes cultures : temps d'exposition aux grandes cultures : champs de blé, de maïs...,
- activités associées aux cultures maraîchères : temps d'exposition aux cultures maraîchères, jardins potagers,
- activités de baignade en mer,
- activités associées aux plages : temps d'exposition au sable des plages,
- autres activités extérieures.

Les budgets-temps utilisés pour l'étude sont issus de la base CIBLEX. Les valeurs retenues sont données dans le [Tableau q](#) suivant :

Tableau q : Budget-temps (h/j)

Activité	Enfant de 1 an	Enfant de 10 ans	Adulte
Activité Autre Extérieur (activité de plein air sur des sols non remaniés type voirie par exemple)	0	0,25	0,09
Activité Culture Maraîchère (temps d'exposition aux cultures maraîchères, potagers)	0	0	2,215
Activité Grande Culture (temps d'exposition aux grandes cultures : champs de blé, de maïs...)	0	0	2,215
Activité Intérieure (Activité en intérieur)	23	20,83	16,465
Activité Prairie (temps d'exposition aux sols herbeux)	0,5	1,335	2,525
Mer Baignade (baignade en mer)	0	0,25	0,09
Mer Plage (temps d'exposition au sable des plages)	0,5	1,335	0,4

1.1.6. RÉSULTATS DE L'IMPACT DOSIMÉTRIQUE DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS

Les personnes représentatives considérées pour les calculs sont situées sur la commune de Flamanville. Les [Tableau r](#),

[Tableau s](#) et [Tableau t](#) suivants détaillent les résultats de dose efficace annuelle liée aux rejets d'effluents radioactifs (rejets aux limites d'autorisation).

Tableau r : Dose efficace annuelle par voie d'exposition et par radionucléide (Sv) pour les rejets d'effluents radioactifs aux limites d'autorisation du site de Flamanville – Adulte

Radionucléide	Externe hors panache	Panache	Ingestion	Inhalation	TOTAL
^{110m} Ag	1,7.10 ⁻¹⁰	0,0	5,7.10 ⁻⁸	0,0	5,7.10 ⁻⁸
⁴¹ Ar	0,0	1,9.10 ⁻⁸	0,0	0,0	1,9.10 ⁻⁸
^{137m} Ba	4,5.10 ⁻⁹	0,0	0,0	0,0	4,5.10 ⁻⁹
¹⁴ C	1,2.10 ⁻¹³	2,6.10 ⁻¹³	5,1.10 ⁻⁷	1,1.10 ⁻⁹	5,1.10 ⁻⁷
⁵⁷ Co	8,3.10 ⁻¹⁵	0,0	1,2.10 ⁻¹²	0,0	1,2.10 ⁻¹²
⁵⁸ Co	1,5.10 ⁻⁹	1,3.10 ⁻¹²	8,8.10 ⁻⁹	1,2.10 ⁻¹¹	1,0.10 ⁻⁸
⁶⁰ Co	2,3.10 ⁻⁸	2,3.10 ⁻¹²	4,2.10 ⁻⁸	5,0.10 ⁻¹¹	6,6.10 ⁻⁸
⁵¹ Cr	4,6.10 ⁻¹²	1,1.10 ⁻¹⁴	1,2.10 ⁻¹²	3,9.10 ⁻¹⁴	5,8.10 ⁻¹²
¹³⁴ Cs	6,2.10 ⁻⁹	8,3.10 ⁻¹³	1,3.10 ⁻⁹	2,0.10 ⁻¹¹	7,5.10 ⁻⁹
¹³⁷ Cs	2,3.10 ⁻¹²	9,6.10 ⁻¹⁷	1,3.10 ⁻⁹	1,6.10 ⁻¹¹	1,3.10 ⁻⁹
³ H	0,0	1,9.10 ⁻¹²	2,3.10 ⁻⁸	2,8.10 ⁻⁸	5,1.10 ⁻⁸
¹³¹ I	3,3.10 ⁻¹⁰	2,7.10 ⁻¹²	1,5.10 ⁻⁹	8,1.10 ⁻¹⁰	2,6.10 ⁻⁹
¹³² I	7,9.10 ⁻¹²	4,8.10 ⁻¹²	3,3.10 ⁻²¹	3,7.10 ⁻¹²	1,6.10 ⁻¹¹
¹³³ I	1,3.10 ⁻¹⁰	8,4.10 ⁻¹²	7,4.10 ⁻¹²	3,1.10 ⁻¹⁰	4,6.10 ⁻¹⁰
¹³⁴ I	1,2.10 ⁻¹²	1,9.10 ⁻¹²	4,1.10 ⁻³³	6,1.10 ⁻¹³	3,7.10 ⁻¹²
¹³⁵ I	7,0.10 ⁻¹²	1,6.10 ⁻¹²	4,2.10 ⁻¹⁶	5,0.10 ⁻¹²	1,4.10 ⁻¹¹
⁸⁵ Kr	0,0	1,3.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	1,3.10 ⁻¹⁰
^{85m} Kr	0,0	1,3.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	1,3.10 ⁻¹⁰
⁸⁸ Kr	0,0	8,2.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	8,2.10 ⁻¹⁰
⁵⁴ Mn	6,6.10 ⁻¹¹	1,2.10 ⁻¹⁴	2,4.10 ⁻⁹	6,8.10 ⁻¹⁴	2,5.10 ⁻⁹
⁹⁵ Nb	5,5.10 ⁻¹²	8,0.10 ⁻¹⁵	9,9.10 ⁻¹³	8,8.10 ⁻¹⁴	6,6.10 ⁻¹²
⁶³ Ni	0,0	0,0	4,1.10 ⁻¹⁰	0,0	4,1.10 ⁻¹⁰
¹²⁴ Sb	6,1.10 ⁻¹¹	1,8.10 ⁻¹⁴	4,3.10 ⁻¹⁰	3,5.10 ⁻¹³	4,9.10 ⁻¹⁰
¹²⁵ Sb	2,1.10 ⁻¹¹	0,0	4,0.10 ⁻¹⁰	0,0	4,2.10 ⁻¹⁰
^{123m} Te	6,8.10 ⁻¹²	0,0	4,6.10 ⁻¹⁰	0,0	4,7.10 ⁻¹⁰
^{131m} Xe	0,0	4,1.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	4,1.10 ⁻¹⁰
¹³³ Xe	0,0	2,0.10 ⁻⁸	0,0	0,0	2,0.10 ⁻⁸
^{133m} Xe	0,0	1,9.10 ⁻¹¹	0,0	0,0	1,9.10 ⁻¹¹
¹³⁵ Xe	0,0	4,5.10 ⁻⁸	0,0	0,0	4,5.10 ⁻⁸
^{135m} Xe	0,0	1,2.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	1,2.10 ⁻¹⁰
⁹⁵ Zr	1,6.10 ⁻¹²	0,0	2,3.10 ⁻¹²	0,0	3,9.10 ⁻¹²
TOTAL	3,6.10⁻⁸	8,6.10⁻⁸	6,5.10⁻⁷	3,0.10⁻⁸	8,0.10⁻⁷

Tableau s : Dose efficace annuelle par voie d'exposition et par radionucléide (Sv) pour les rejets d'effluents radioactifs aux limites d'autorisation du site de Flamanville – Enfant de 10 ans

Radionucléide	Externe hors panache	Panache	Ingestion	Inhalation	TOTAL
^{110m} Ag	5,8.10 ⁻¹⁰	0,0	3,4.10 ⁻⁸	0,0	3,5.10 ⁻⁸
⁴¹ Ar	0,0	2,0.10 ⁻⁸	0,0	0,0	2,0.10 ⁻⁸
^{137m} Ba	4,3.10 ⁻⁹	0,0	0,0	0,0	4,3.10 ⁻⁹
¹⁴ C	4,1.10 ⁻¹⁴	2,7.10 ⁻¹³	3,0.10 ⁻⁷	1,0.10 ⁻⁹	3,1.10 ⁻⁷
⁵⁷ Co	2,8.10 ⁻¹⁴	0,0	8,2.10 ⁻¹³	0,0	8,4.10 ⁻¹³
⁵⁸ Co	1,8.10 ⁻⁹	1,3.10 ⁻¹²	4,9.10 ⁻⁹	1,1.10 ⁻¹¹	6,7.10 ⁻⁹
⁶⁰ Co	2,3.10 ⁻⁸	2,3.10 ⁻¹²	3,3.10 ⁻⁸	4,7.10 ⁻¹¹	5,7.10 ⁻⁸
⁵¹ Cr	4,4.10 ⁻¹²	1,1.10 ⁻¹⁴	6,6.10 ⁻¹³	5,0.10 ⁻¹⁴	5,1.10 ⁻¹²
¹³⁴ Cs	6,2.10 ⁻⁹	8,4.10 ⁻¹³	6,0.10 ⁻¹⁰	1,0.10 ⁻¹¹	6,8.10 ⁻⁹
¹³⁷ Cs	2,3.10 ⁻¹²	9,7.10 ⁻¹⁷	5,8.10 ⁻¹⁰	7,9.10 ⁻¹²	5,9.10 ⁻¹⁰
³ H	0,0	1,9.10 ⁻¹²	1,6.10 ⁻⁸	2,2.10 ⁻⁸	3,8.10 ⁻⁸
¹³¹ I	2,9.10 ⁻¹⁰	2,7.10 ⁻¹²	2,6.10 ⁻⁹	1,2.10 ⁻⁹	4,1.10 ⁻⁹
¹³² I	6,8.10 ⁻¹²	4,9.10 ⁻¹²	9,6.10 ⁻²¹	4,7.10 ⁻¹²	1,6.10 ⁻¹¹
¹³³ I	1,1.10 ⁻¹⁰	8,5.10 ⁻¹²	1,7.10 ⁻¹¹	4,8.10 ⁻¹⁰	6,1.10 ⁻¹⁰
¹³⁴ I	1,0.10 ⁻¹²	2,0.10 ⁻¹²	1,1.10 ⁻³²	5,6.10 ⁻¹³	3,6.10 ⁻¹²
¹³⁵ I	6,0.10 ⁻¹²	1,6.10 ⁻¹²	1,3.10 ⁻¹⁵	7,2.10 ⁻¹²	1,5.10 ⁻¹¹
⁸⁵ Kr	0,0	1,3.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	1,3.10 ⁻¹⁰
^{85m} Kr	0,0	1,4.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	1,4.10 ⁻¹⁰
⁸⁸ Kr	0,0	8,3.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	8,3.10 ⁻¹⁰
⁵⁴ Mn	1,1.10 ⁻¹⁰	1,2.10 ⁻¹⁴	9,7.10 ⁻¹⁰	7,6.10 ⁻¹⁴	1,1.10 ⁻⁹
⁹⁵ Nb	7,9.10 ⁻¹²	8,2.10 ⁻¹⁵	4,4.10 ⁻¹³	8,2.10 ⁻¹⁴	8,4.10 ⁻¹²
⁶³ Ni	0,0	0,0	2,6.10 ⁻¹⁰	0,0	2,6.10 ⁻¹⁰
¹²⁴ Sb	1,7.10 ⁻¹⁰	1,9.10 ⁻¹⁴	3,5.10 ⁻¹⁰	3,3.10 ⁻¹³	5,3.10 ⁻¹⁰
¹²⁵ Sb	7,2.10 ⁻¹¹	0,0	3,0.10 ⁻¹⁰	0,0	3,7.10 ⁻¹⁰
^{123m} Te	2,3.10 ⁻¹¹	0,0	3,4.10 ⁻¹⁰	0,0	3,6.10 ⁻¹⁰
^{131m} Xe	0,0	4,1.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	4,1.10 ⁻¹⁰
¹³³ Xe	0,0	2,0.10 ⁻⁸	0,0	0,0	2,0.10 ⁻⁸
^{133m} Xe	0,0	1,9.10 ⁻¹¹	0,0	0,0	1,9.10 ⁻¹¹
¹³⁵ Xe	0,0	4,5.10 ⁻⁸	0,0	0,0	4,5.10 ⁻⁸
^{135m} Xe	0,0	1,2.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	1,2.10 ⁻¹⁰
⁹⁵ Zr	5,4.10 ⁻¹²	0,0	9,3.10 ⁻¹³	0,0	6,3.10 ⁻¹²
TOTAL	3,7.10⁻⁸	8,7.10⁻⁸	4,0.10⁻⁷	2,5.10⁻⁸	5,5.10⁻⁷

Tableau t : Dose efficace annuelle par voie d'exposition et par radionucléide (Sv) pour les rejets d'effluents radioactifs aux limites d'autorisation du site de Flamanville – Enfant de 1 an

Radionucléide	Externe hors panache	Panache	Ingestion	Inhalation	TOTAL
^{110m} Ag	2,2.10 ⁻¹⁰	0,0	5,8.10 ⁻⁹	0,0	6,0.10 ⁻⁹
⁴¹ Ar	0,0	2,1.10 ⁻⁸	0,0	0,0	2,1.10 ⁻⁸
^{137m} Ba	4,5.10 ⁻⁹	0,0	0,0	0,0	4,5.10 ⁻⁹
¹⁴ C	1,5.10 ⁻¹⁴	2,9.10 ⁻¹³	3,5.10 ⁻⁷	1,2.10 ⁻⁹	3,5.10 ⁻⁷
⁵⁷ Co	1,0.10 ⁻¹⁴	0,0	1,1.10 ⁻¹³	0,0	1,2.10 ⁻¹³
⁵⁸ Co	1,4.10 ⁻⁹	1,4.10 ⁻¹²	8,8.10 ⁻¹⁰	1,9.10 ⁻¹¹	2,3.10 ⁻⁹
⁶⁰ Co	2,3.10 ⁻⁸	2,5.10 ⁻¹²	5,5.10 ⁻⁹	6,5.10 ⁻¹¹	2,9.10 ⁻⁸
⁵¹ Cr	4,2.10 ⁻¹²	1,2.10 ⁻¹⁴	2,1.10 ⁻¹²	9,9.10 ⁻¹⁴	6,5.10 ⁻¹²
¹³⁴ Cs	6,1.10 ⁻⁹	9,0.10 ⁻¹³	8,0.10 ⁻¹⁰	8,5.10 ⁻¹²	6,9.10 ⁻⁹
¹³⁷ Cs	2,3.10 ⁻¹²	1,0.10 ⁻¹⁶	7,6.10 ⁻¹⁰	7,1.10 ⁻¹²	7,7.10 ⁻¹⁰
³ H	0,0	2,0.10 ⁻¹²	8,7.10 ⁻⁸	2,9.10 ⁻⁸	1,2.10 ⁻⁷
¹³¹ I	2,9.10 ⁻¹⁰	2,9.10 ⁻¹²	1,5.10 ⁻⁸	2,5.10 ⁻⁹	1,7.10 ⁻⁸
¹³² I	7,0.10 ⁻¹²	5,2.10 ⁻¹²	3,4.10 ⁻²⁵	1,0.10 ⁻¹¹	2,3.10 ⁻¹¹
¹³³ I	1,1.10 ⁻¹⁰	9,1.10 ⁻¹²	5,5.10 ⁻¹¹	1,2.10 ⁻⁹	1,4.10 ⁻⁹
¹³⁴ I	1,1.10 ⁻¹²	2,1.10 ⁻¹²	5,1.10 ⁻⁴⁷	1,1.10 ⁻¹²	4,2.10 ⁻¹²
¹³⁵ I	6,1.10 ⁻¹²	1,7.10 ⁻¹²	2,5.10 ⁻¹⁶	1,8.10 ⁻¹¹	2,6.10 ⁻¹¹
⁸⁵ Kr	0,0	1,4.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	1,4.10 ⁻¹⁰
^{85m} Kr	0,0	1,5.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	1,5.10 ⁻¹⁰
⁸⁸ Kr	0,0	8,8.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	8,8.10 ⁻¹⁰
⁵⁴ Mn	6,9.10 ⁻¹¹	1,3.10 ⁻¹⁴	9,1.10 ⁻¹¹	1,3.10 ⁻¹³	1,6.10 ⁻¹⁰
⁹⁵ Nb	5,4.10 ⁻¹²	8,7.10 ⁻¹⁵	7,9.10 ⁻¹³	1,2.10 ⁻¹³	6,3.10 ⁻¹²
⁶³ Ni	0,0	0,0	1,9.10 ⁻¹⁰	0,0	1,9.10 ⁻¹⁰
¹²⁴ Sb	7,1.10 ⁻¹¹	2,0.10 ⁻¹⁴	3,3.10 ⁻¹⁰	5,1.10 ⁻¹³	4,1.10 ⁻¹⁰
¹²⁵ Sb	2,7.10 ⁻¹¹	0,0	2,6.10 ⁻¹⁰	0,0	2,9.10 ⁻¹⁰
^{123m} Te	8,5.10 ⁻¹²	0,0	2,8.10 ⁻¹⁰	0,0	2,9.10 ⁻¹⁰
^{131m} Xe	0,0	4,4.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	4,4.10 ⁻¹⁰
¹³³ Xe	0,0	2,2.10 ⁻⁸	0,0	0,0	2,2.10 ⁻⁸
^{133m} Xe	0,0	2,0.10 ⁻¹¹	0,0	0,0	2,0.10 ⁻¹¹
¹³⁵ Xe	0,0	4,8.10 ⁻⁸	0,0	0,0	4,8.10 ⁻⁸
^{135m} Xe	0,0	1,3.10 ⁻¹⁰	0,0	0,0	1,3.10 ⁻¹⁰
⁹⁵ Zr	2,0.10 ⁻¹²	0,0	4,1.10 ⁻¹⁴	0,0	2,1.10 ⁻¹²
TOTAL	3,6.10⁻⁸	9,3.10⁻⁸	4,7.10⁻⁷	3,4.10⁻⁸	6,3.10⁻⁷

Les [Figure a](#) et [Figure b](#) suivantes détaillent les contributions respectives des différentes voies d'exposition et des radionucléides pour les rejets aux limites d'autorisation.

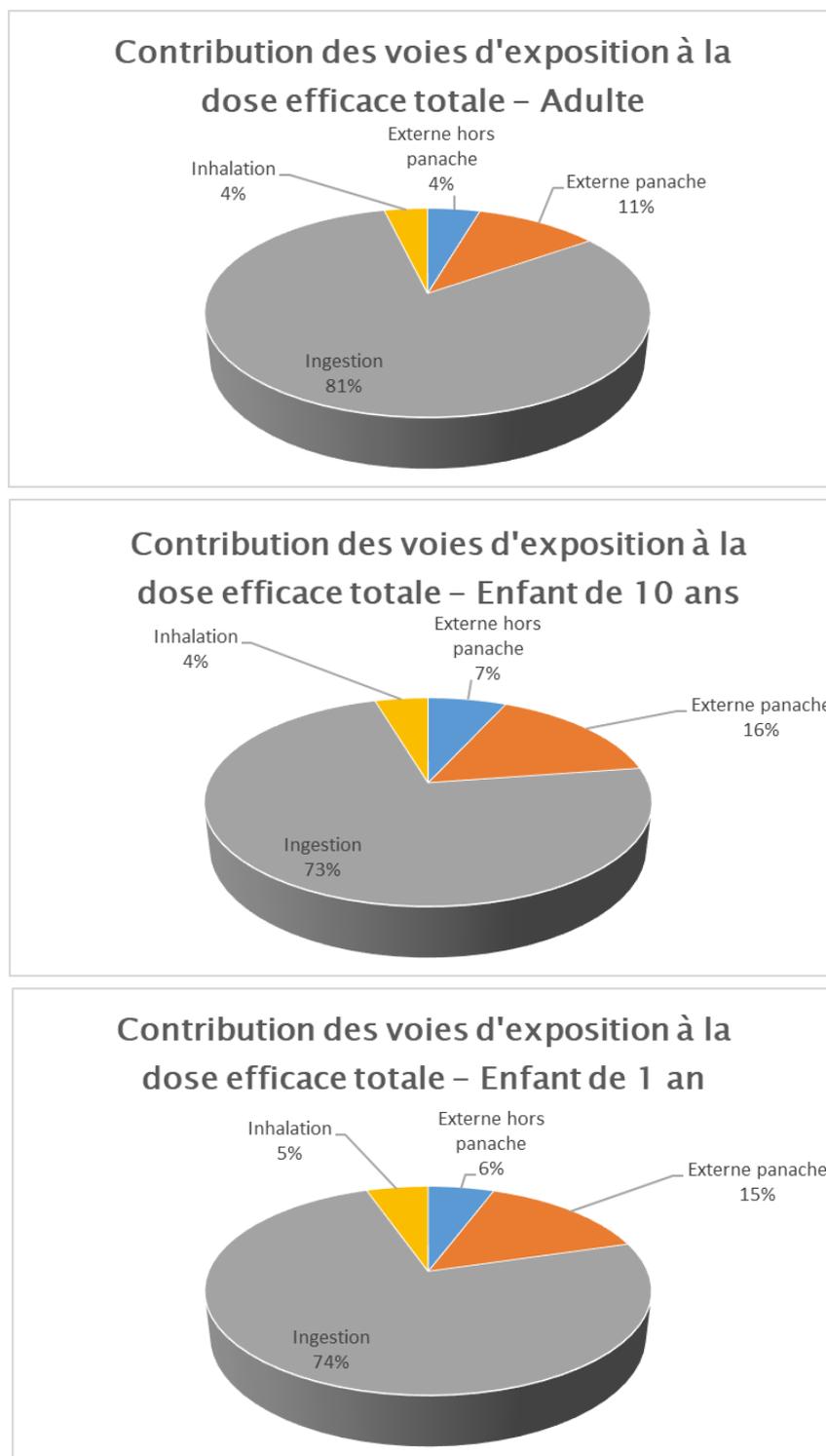


Figure a : Contributions des voies d'exposition à la dose efficace totale (%) pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an

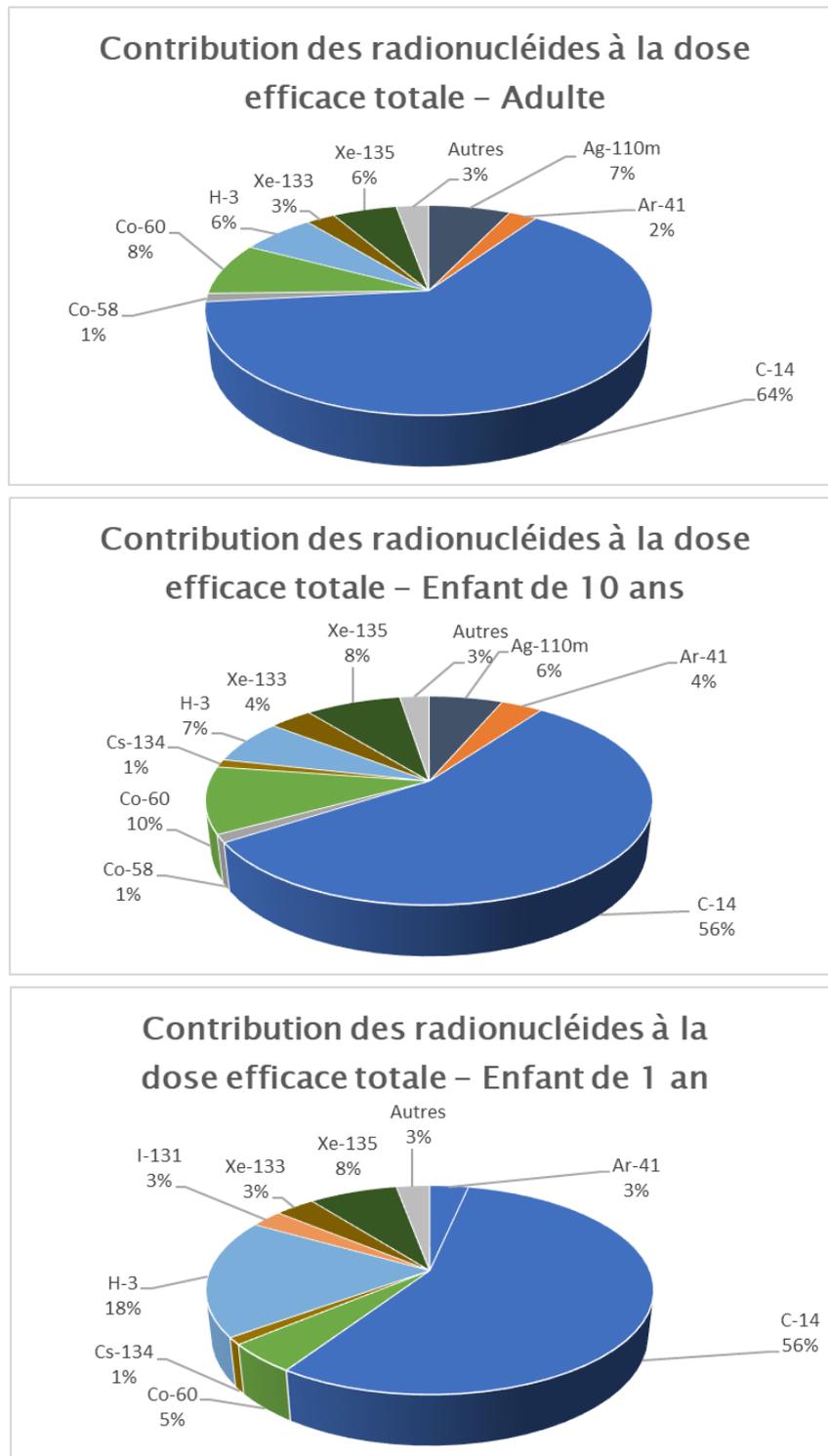


Figure b : Contributions des radionucléides à la dose efficace totale (%) pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an

À titre indicatif, pour le groupe « grand consommateur de produits de la mer », la dose efficace totale annuelle liée aux rejets d'effluents radioactifs (rejets aux limites d'autorisation) est estimée :

- pour l'adulte, à $2,5 \cdot 10^{-6}$ Sv/an, soit moins de 3 μ Sv/an ;
- pour l'enfant de 10 ans, à $1,5 \cdot 10^{-6}$ Sv/an, soit moins de 2 μ Sv/an.

1.2. ÉVALUATION DE L'EXPOSITION DU PUBLIC AUX RAYONNEMENTS IONISANTS PAR IRRADIATION DIRECTE

Le [Tableau u](#) suivant présente les distances approximatives des balises KRS en clôture de site au barycentre des bâtiments réacteurs.

Tableau u : Distance des balises au barycentre des BR

Balise	Distance balise - barycentre BR (m)
KRS 801	392
KRS 802	465
KRS 803	605
KRS 804	655
KRS 805	334
KRS 806	177
KRS 807	469
KRS 808	520
KRS 809	962
KRS 810	661

2.

ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES DES REJETS CHIMIQUES

Ce paragraphe constitue l'annexe à l'évaluation du risque sanitaire des rejets chimiques (Cf. [Paragraphe 8.2.2 du Chapitre 8](#)). Il comprend :

- la composition des mélanges ;
- les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) ;
- la présentation de la sélection des substances ;
- les concentrations dans la Manche et dans les poissons, crustacés et mollusques ;
- les Doses Journalières d'Exposition (DJE) ;
- une estimation du risque pour les effets sans seuil ;
- une étude de sensibilité pour la population « grands consommateurs de produits de la mer » ;
- les données toxicologiques sur toutes les substances rejetées par l'installation.

2.1. COMPOSITION DES MÉLANGES

- **Les sous-produits de chloration**

Les sous-produits de la chloration sont principalement composés de TriHaloMéthanes (THM). Le bromoforme représente environ 95 % des THM et constitue ainsi le sous-produit majoritaire de la chloration des circuits de refroidissement.

- **Les Métaux totaux**

Les métaux totaux sont composés de cuivre, zinc, fer, manganèse, nickel, chrome, aluminium, plomb. La proportion de chacun de ces métaux est indiquée dans le [Paragraphe 2.4.4 du Chapitre 2](#).

- **Les anti-incrustants**

Deux types de produits anti-incrustants, pouvant être utilisés sur l'unité de dessalement du site de Flamanville, ont été intégrés à l'évaluation du risque sanitaire des rejets chimiques.

La composition massique de ces produits commerciaux est présentée dans le [Paragraphe 2.4.4 du Chapitre 2](#).

2.2. VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

Le choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) est effectué conformément à la note d'information DGS n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

La Valeur Toxicologique de Référence (VTR) est choisie selon les ordres de priorité suivants :

- Priorité 1 : la VTR issue de l'Agence nationale sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses).
- Priorité 2 : la VTR issue d'une expertise nationale sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.
- Priorité 3 : la VTR la plus récente parmi les sources de données suivantes :
 - L'Agence américaine de l'environnement (US Environmental Protection Agency (US EPA)) : base de données IRIS (<http://www.epa.gov/iris/>), Integrated Risk Information System.
 - L'Agence américaine des substances toxiques et du registre des maladies (ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry) (<http://www.atsdr.cdc.gov/mrls.html>).
 - L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS : JECFA⁹, CIRC¹⁰...).
- Priorité 4 : la dernière VTR proposée par les organismes suivants :
 - Santé Canada (<http://www.ec.gc.ca/substances/ese/eng/psap/psap.cfm>).
 - Le RIVM (<http://www.rivm.nl/>), Institut National de Santé Publique des Pays-Bas.
 - L'OEHHA (<http://www.oehha.ca.gov/>), Office of Environmental Health Hazard Assessment, Bureau de l'agence californienne de protection de l'environnement traitant de la santé environnementale.
 - L'EFSA (<http://www.efsa.europa.eu>), European Food Safety Authority.

Les VTR sont recherchées pour les voies d'exposition par ingestion et inhalation.

Le [Tableau v](#) présente les VTR pour toutes les substances identifiées. Les VTR surlignées **en vert** sont celles retenues pour le calcul du ratio permettant la sélection des traceurs des risques sanitaires.

⁹ JECFA : Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.

¹⁰ CIRC : Centre International de la Recherche sur le Cancer.

Tableau v : Ensemble des VTR identifiées pour les substances étudiées dans l'EPRS
par voie orale

Substance	Voies d'exposition	Exposition	VTR	Effet critique	Source / Année d'évaluation
Acétates	Orale	/	/	/	/
Acide borique¹¹	Orale	Aiguë à seuil	2,0.10 ⁻¹ mg/kg/j	Malformation et réduction du poids fœtal	ATSDR 2009 (retenue par l'INERIS)
	Orale	Chronique à seuil	2,0.10 ⁻¹ mg/kg/j	Développement fœtal	US EPA 2004 (retenue par l'INERIS)
	Orale	Chronique à seuil	1,6.10 ⁻¹ mg/kg/j	Développement fœtal	EFSA 2013 (retenue par l'Anses)
	Orale	Chronique à seuil	1,75.10 ⁻² mg/kg/j	Reproduction	Santé Canada (1990)
	Orale	Chronique à seuil	1,7.10 ⁻¹ mg/kg/j	Réduction du poids fœtal	OMS 2009 (retenue par l'Anses)
Aluminium	Orale	Chronique à seuil	1,0.10 ⁰ mg/kg/j	Développement du système nerveux	ATSDR 2008
	Orale	Chronique à seuil	1,0.10 ⁰ mg/kg/ semaine Soit 1,4 10 ⁻¹ mg/kg/j	Développement du système nerveux	EFSA 2008 /JECFA 2006
	Orale	Chronique à seuil	2,0.10 ⁰ mg/kg/semaine Soit 2,8 10 ⁻¹ mg/kg/j	Effet rénal et sur le neurodéveloppement	JECFA 2011
Ammonium	Orale	/	/	/	/
Anti-incrustant HEDP (acide étidronique)	Orale	/	/	/	/
Anti-incrustant Phosphites	Orale	/	/	/	/
Anti-incrustant Polymère : Polyacrylate de sodium	Orale	/	/	/	/
Anti-incrustant Monomère résiduel : acide acrylique	Orale	Chronique à seuil	3,0.10 ⁰ mg/kg/j	Pas d'effet observé	OMS-IPCS 1997
Anti-incrustant ATMP	Orale	/	/	/	/

¹¹ Les VTR de l'acide borique étant exprimées en équivalent bore, un facteur de conversion de 0,1748 est appliqué aux flux d'acide borique pour le calcul des expositions (rapport des masses moléculaires). Dans la suite du document, les concentrations en acide borique sont exprimées en équivalent bore.

Substance	Voies d'exposition	Exposition	VTR	Effet critique	Source / Année d'évaluation
Azote	Orale	/	/	/	/
Bromoforme	Orale	Aiguë à seuil	$7,0 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Hépatotoxicité	ATSDR 2005 (retenu par l'INERIS)
	Orale	Chronique à seuil	$2,0 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j	Hépatotoxicité	US EPA 1991 (retenu par l'INERIS)
	Orale	Chronique à seuil	$1,79 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j	Hépatotoxicité	OMS 2004
	Orale	Chronique à seuil	$2,0 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j	Hépatotoxicité	US EPA 1991 / OMS 2004 (retenu par l'INERIS)
	Orale	Chronique sans seuil	$7,9 \cdot 10^{-3}$ (mg/kg/j) ⁻¹	Tumeurs intestin	US EPA 1991 (retenu par l'INERIS)
	Orale	Chronique sans seuil	$1,1 \cdot 10^{-2}$ (mg/kg/j) ⁻¹	Tumeurs intestin	OEHHA 2003
	Orale	Chronique sans seuil	$1,3 \cdot 10^{-3}$ (mg/kg/j) ⁻¹	Tumeurs intestin	OMS 1999
Chlorures	Orale	/	/	/	/
Chrome (VI)	Orale	Chronique à seuil (chrome VI)	$9,0 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j	Gastroentérologique (hyperplasie au niveau du duodénum)	ATSDR 2012 (retenu par l'Anses et l'INERIS)
	Orale	Chronique à seuil (chrome VI)	$3,3 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j	Absence d'effet	US EPA 1998
	Orale	Chronique à seuil (chrome VI)	$2,0 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j	Hépatique	OEHHA 2011
	Orale	Chronique à seuil (chrome VI)	Valeur provisoire : $5,0 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j	Absence d'effet	RIVM 2001
	Orale	Chronique à seuil (chrome VI)	$4,4 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j	Hyperplasie intestin grêle	Santé Canada 2015
	Orale	Chronique sans seuil (chrome VI)	$5,0 \cdot 10^{-1}$ (mg/kg/j) ⁻¹	Tumeurs de l'intestin grêle	OEHHA 2011 (retenu par l'Anses)

Substance	Voies d'exposition	Exposition	VTR	Effet critique	Source / Année d'évaluation
Chrome (III)	Orale	Chronique à seuil (chrome III sels insolubles)	1,5 mg/kg/j	Absence d'effet	US EPA 1998
	Orale	Chronique à seuil (chrome III sels insolubles)	5,0 mg/kg/j	Non précisé	RIVM 2001
	Orale	Chronique à seuil (chrome III sels solubles)	$5,0 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j	Non précisé	RIVM 2001 (retenu par l'INERIS)
	Orale	Chronique à seuil (chrome III sels solubles)	$1,5 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Absence d'effet	EFSA 2006
	Orale	Chronique à seuil (chrome III sels insolubles)	0,3 mg/kg/j	Absence d'effet	EFSA 2014 (retenu par l'Anses et l'INERIS)
Cuivre	Orale	Aiguë à seuil	$1,0 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j	Gastro-intestinaux	ATSDR 2004
	Orale	Chronique à seuil	$1,4 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Dose ingérée maximale de la population hollandaise	RIVM 2001
	Orale	Chronique à seuil	$1,4 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Gastro-intestinaux	OEHHA 2008
	Orale	Chronique à seuil	$4,26 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Gastro-intestinaux	Santé Canada 2018
Détergents	Orale	/	/	/	-
Éthanolamine	Orale	/	/	/	/
Éthylamine	Orale	/	/	/	/
Fer	Orale	/	/	/	/
Formiates	Orale	/	/	/	/
Glycolates	Orale	/	/	/	/
Hydrazine	Orale	Chronique sans seuil	$3,0 \cdot 10^0$ (mg/kg/j) ⁻¹	Cancer du foie	US EPA 1991
	Orale	Chronique sans seuil	$3,0 \cdot 10^0$ (mg/kg/j) ⁻¹	Cancer du foie	OEHHA 2002
Lithine	Orale	/	/	/	/

Substance	Voies d'exposition	Exposition	VTR	Effet critique	Source / Année d'évaluation
Manganèse	Orale	Chronique à seuil	$1,4 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Absence d'effet nocif	US EPA 1995
	Orale	Chronique à seuil	$6,0 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j	Absence d'effet nocif	OMS 2011
	Orale	Chronique à seuil	$1,36 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Absence d'effet nocif (0-4 ans)	Santé Canada 2012
	Orale	Chronique à seuil	$1,22 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Absence d'effet nocif (5-11 ans)	Santé Canada 2012
	Orale	Chronique à seuil	$1,42 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Absence d'effet nocif (12-19 ans)	Santé Canada 2012
	Orale	Chronique à seuil	$1,56 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Absence d'effet nocif (20 ans et +)	Santé Canada 2012
	Orale	Chronique à seuil	$2,5 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j (eau de boisson)	Développement du système nerveux	Santé Canada 2016
	Orale	Chronique à seuil	$5,5 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j	Développement du système nerveux	INSPQ 2017 (retenu par l'Anses)
Méthylamine	Orale	/	/	/	/
Nickel	Orale	Aiguë à seuil	$1,1 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j	Sensibilisation (dermatite)	EFSA 2015
	Orale	Aiguë à seuil	$1,2 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j	Sensibilisation (dermatite)	OMS 2005
	Orale	Chronique à seuil	$2,8 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j	Mortalité périnatale	EFSA 2015 (retenu par l'ANSES et l'INERIS)
	Orale	Chronique à seuil	$2,0 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j	Perte de poids	US EPA 1996
	Orale	Chronique à seuil	$5,0 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j	Perte de poids	RIVM 2001
	Orale	Chronique à seuil	$1,1 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j	Mortalité périnatale	OMS 2007
	Orale	Chronique à seuil	$1,1 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j	Mortalité périnatale	OEHHA 2012
Nitrates	Orale	Chronique à seuil	$1,6 \cdot 10^0$ mg/kg/j (éq. azot.10)	Méthémoglobinémie	US-EPA 1991
	Orale	Chronique à seuil	$4,0 \cdot 10^0$ mg/kg/j	Méthémoglobinémie	ATSDR 2017
	Orale	Chronique à seuil	$3,7 \cdot 10^0$ mg/kg/j (non valable pour nouveau-nés < 3 mois)	Retard de croissance	JECFA 2002
	Orale	Aiguë à seuil	$4,0 \cdot 10^0$ mg/kg/j	Méthémoglobinémie	ATSDR 2017
Oxalates	Orale	/	/	/	/
Phosphates	Orale	/	/	/	/

Substance	Voies d'exposition	Exposition	VTR	Effet critique	Source / Année d'évaluation
Plomb	Orale	Chronique à seuil	$6,3 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j (correspond à 15 µg/L)	Plombémie/ néphrotoxicité	Anses 2013
	Orale	Chronique à seuil	$3,6 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j	Plombémie	RIVM 2001
	Orale	Chronique à seuil	$5 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j	Neurotoxicité développementale	EFSA 2010
	Orale	Chronique sans seuil	$8,5 \cdot 10^{-3}$ (mg/kg/j) ⁻¹	Tumeurs rénales	OEHHA 2009 (retenu par l'INERIS)
Sodium	Orale	/	/	/	/
Sulfates	Orale	/	/	/	/
Zinc	Orale	Chronique à seuil	$3,0 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Hématologique	US EPA 2005
	Orale	Chronique à seuil	$3,0 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Hématologique	ATSDR 2005
	Orale	Chronique à seuil	$5,0 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/j	Hématologique	RIVM 2000
	Orale	Chronique à seuil	0,3 à 1 mg/kg/j	Absence d'effet	JEFCA 1982
Ammoniac	Inhalation	Aiguë à seuil	$5,9 \cdot 10^0$ mg/m ³	Toxicité respiratoire	ANSES 2017
	Inhalation	Aiguë à seuil	$1,2 \cdot 10^0$ mg/m ³	Toxicité respiratoire	ATSDR 2004
	Inhalation	Chronique à seuil	$5 \cdot 10^{-1}$ mg/m ³	Toxicité respiratoire	US EPA 2016
	Inhalation	Chronique à seuil	$7,1 \cdot 10^{-2}$ mg/m ³	Toxicité respiratoire	ATSDR 2004
	Inhalation	Chronique à seuil	$1,0 \cdot 10^{-1}$ mg/m ³	Toxicité respiratoire	US EPA 1991
	Inhalation	Chronique à seuil	$2,0 \cdot 10^{-1}$ mg/m ³	Irritations pulmonaires et oculaires	OEHHA 1998
Dioxyde d'azote	Inhalation	Aiguë à seuil	$4,7 \cdot 10^{+2}$ µg/m ³	Symptômes respiratoires (personnes asthmatiques)	OEHHA 1999
	Inhalation	Aiguë à seuil	$2,0 \cdot 10^{+2}$ µg/m ³	Symptômes respiratoires (personnes sensibles : asthmatiques...)	Valeur guide de l'OMS 2005
Dioxyde de soufre	Inhalation	Aiguë à seuil	$2,62 \cdot 10^{+1}$ µg/m ³	Toxicité respiratoire	ATSDR 1998
	Inhalation	Aiguë à seuil	$6,6 \cdot 10^{+2}$ µg/m ³	Toxicité respiratoire	OEHHA 1999
Éthanolamine	Inhalation	/	/	/	/
Formol	Inhalation	Aiguë à seuil	$1,23 \cdot 10^{+2}$ µg/m ³	Irritation oculaire	ANSES 2018
	Inhalation	Aiguë à seuil	$5,0 \cdot 10^{+1}$ µg/m ³	Irritation et inflammation sur les muqueuses nasales	ATSDR 1999
	Inhalation	Chronique à seuil	$1,23 \cdot 10^{+2}$ µg/m ³	Irritation oculaire	ANSES 2018
	Inhalation	Chronique à seuil	9 µg/m ³	Obstruction nasale	OEHHA 2008
Monoxyde de carbone	Inhalation	Aiguë à seuil	$2,3 \cdot 10^{+1}$ mg/m ³	Angine chez les personnes cardiovasculaires	OEHHA 1999

2.3. SÉLECTION DES SUBSTANCES

Les substances surlignées en gris sont exclues de la sélection et ainsi non prises en compte dans l'EPRS. Soit elles ne présentent pas de VTR, soit le ratio est strictement inférieur à 1 %. Pour les autres substances, les cases surlignées en vert précisent pour quel type d'exposition les substances sont retenues pour l'EPRS.

Tableau w : Sélection des substances considérées dans l'étude

Substances	Chronique sans seuil	Chronique à seuil	Aiguë à seuil
Acide borique	/	1,4 %	100 %
Lithine	/	/	/
Hydrazine	Oui	/	/
Anti-incrustant HEDP (acide étidronique)	/	/	/
Anti-incrustant Phosphites	/	/	/
Anti-incrustant Polymère : Polyacrylate de sodium	/	/	/
Anti-incrustant Monomère résiduel : acide acrylique	/	< 1 %	/
Anti-incrustant ATMP	/	/	/
Sodium	/	/	/
Détergents	/	/	/
Chlorures	/	/	/
Éthanolamine	/	/	/
Aluminium	/	< 1 %	/
Chrome (VI)	Oui	< 1 %	/
Cuivre	/	< 1 %	2,9 %
Fer	/	/	/
Manganèse	/	< 1 %	/
Nickel	/	< 1 %	33 %
Plomb	Oui	< 1 %	/
Zinc	/	< 1 %	/
Sulfates	/	/	/
Phosphates	/	/	/
Bromoforme	Oui	100 %	5,0 %
Azote	/	/	/

Substances	Chronique sans seuil	Chronique à seuil	Aiguë à seuil
Ammonium	/	/	/
Nitrates	/	2,5 %	4,9 %
Acétates	/	/	/
Formiates	/	/	/
Glycolates	/	/	/
Oxalates	/	/	/
Méthylamine	/	/	/
Éthylamine	/	/	-

2.4. CONCENTRATIONS DANS LA MANCHE ET DANS LES PRODUITS DE LA MER

Le [Tableau x](#) fournit les concentrations moyennes et maximales ajoutées dans la Manche et dans les produits de la mer calculées et attribuables aux rejets de l'installation, pour toutes les substances considérées dans l'étude d'impact.

Tableau x : Concentrations moyennes et maximales ajoutées attribuables en champ proche et en champ lointain des rejets, ainsi que dans les produits de la mer

Substance	Concentrations ajoutées en champ lointain – Zone de baignade (mg/L)		Concentrations ajoutées en champ proche – Zone de pêche (mg/L)		Concentrations ajoutées dans les poissons (mg/kg)		Concentrations ajoutées dans les mollusques (mg/kg)		Concentrations ajoutées dans les crustacés (mg/kg)	
	Moy	Max	Moy	Max	Moy	Max	Moy	Max	Moy	Max
Acide acétique / acétates	$4,9 \cdot 10^{-7}$	$5,6 \cdot 10^{-6}$	$9,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$9,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$9,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$9,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Acide borique	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$
Aluminium	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$	$2,9 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$4,1 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
Anti-incrustant HEDP (acide étidronique)	$1,9 \cdot 10^{-5}$	$6,6 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$
Anti-incrustant Phosphites	$1,9 \cdot 10^{-7}$	$6,8 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$
Anti-incrustant Polymère : Polyacrylate de sodium	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
Anti-incrustant Monomère résiduel : acide acrylique	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$6,5 \cdot 10^{-6}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	$6,5 \cdot 10^{-6}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	$6,5 \cdot 10^{-6}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	$6,5 \cdot 10^{-6}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$

Substance	Concentrations ajoutées en champ lointain – Zone de baignade (mg/L)		Concentrations ajoutées en champ proche – Zone de pêche (mg/L)		Concentrations ajoutées dans les poissons (mg/kg)		Concentrations ajoutées dans les mollusques (mg/kg)		Concentrations ajoutées dans les crustacés (mg/kg)	
	Moy	Max	Moy	Max	Moy	Max	Moy	Max	Moy	Max
Anti-incrustant ATMP	2,0.10 ⁻⁴	6,8.10 ⁻⁴	3,6.10 ⁻⁴	1,2.10 ⁻³	8,6.10 ⁻³	3,0.10 ⁻²	8,6.10 ⁻³	3,0.10 ⁻²	8,6.10 ⁻³	3,0.10 ⁻²
Ammonium	2,2.10 ⁻³	8,5.10 ⁻³	4,0.10 ⁻³	1,6.10 ⁻²	4,0.10 ⁻³	1,6.10 ⁻²	4,0.10 ⁻³	1,6.10 ⁻²	4,0.10 ⁻³	1,6.10 ⁻²
Azote	1,7.10 ⁻³	6,6.10 ⁻³	3,1.10 ⁻³	1,2.10 ⁻²	3,1.10 ⁻³	1,2.10 ⁻²	3,1.10 ⁻³	1,2.10 ⁻²	3,1.10 ⁻³	1,2.10 ⁻²
Bromoforme	5,7.10 ⁻⁴	1,9.10 ⁻³	9,3.10 ⁻⁴	3,2.10 ⁻³	1,9.10 ⁻²	6,6.10 ⁻²	1,9.10 ⁻²	6,6.10 ⁻²	1,9.10 ⁻²	6,6.10 ⁻²
Chlorures	1,1.10 ⁻³	1,0.10 ⁻²	2,1.10 ⁻³	1,9.10 ⁻²	2,1.10 ⁻³	1,9.10 ⁻²	2,1.10 ⁻³	1,9.10 ⁻²	2,1.10 ⁻³	1,9.10 ⁻²
Chrome (VI)	1,3.10 ⁻⁷	4,9.10 ⁻⁶	2,4.10 ⁻⁷	9,1.10 ⁻⁶	2,4.10 ⁻⁷	9,1.10 ⁻⁶	4,8.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻³	4,8.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻³
Cuivre	1,2.10 ⁻⁶	4,3.10 ⁻⁵	2,2.10 ⁻⁶	7,9.10 ⁻⁵	4,0.10 ⁻⁴	1,4.10 ⁻²	4,0.10 ⁻⁴	1,4.10 ⁻²	4,0.10 ⁻⁴	1,4.10 ⁻²
Détergents	1,9.10 ⁻⁴	1,2.10 ⁻²	3,5.10 ⁻⁴	2,2.10 ⁻²	3,5.10 ⁻⁴	2,2.10 ⁻²	3,5.10 ⁻⁴	2,2.10 ⁻²	3,5.10 ⁻⁴	2,2.10 ⁻²
Éthanolamine	5,0.10 ⁻⁵	7,7.10 ⁻⁴	9,1.10 ⁻⁵	1,4.10 ⁻³	9,1.10 ⁻⁵	1,4.10 ⁻³	9,1.10 ⁻⁵	1,4.10 ⁻³	9,1.10 ⁻⁵	1,4.10 ⁻³
Éthylamine	1,4.10 ⁻⁶	4,5.10 ⁻⁵	2,6.10 ⁻⁶	8,3.10 ⁻⁵	2,6.10 ⁻⁶	8,3.10 ⁻⁵	2,6.10 ⁻⁶	8,3.10 ⁻⁵	2,6.10 ⁻⁶	8,3.10 ⁻⁵
Fer	6,1.10 ⁻⁴	3,4.10 ⁻³	1,1.10 ⁻³	6,3.10 ⁻³	1,1.10 ⁺⁰	6,3.10 ⁺⁰	2,2.10 ⁺¹	1,3.10 ⁺²	5,6.10 ⁺⁰	3,2.10 ⁺¹
Formiates	2,5.10 ⁻⁷	3,7.10 ⁻⁶	4,5.10 ⁻⁷	6,8.10 ⁻⁶	4,5.10 ⁻⁷	6,8.10 ⁻⁶	4,5.10 ⁻⁷	6,8.10 ⁻⁶	4,5.10 ⁻⁷	6,8.10 ⁻⁶
Glycolates	2,5.10 ⁻⁸	2,8.10 ⁻⁷	4,5.10 ⁻⁸	5,1.10 ⁻⁷	4,5.10 ⁻⁸	5,1.10 ⁻⁷	4,5.10 ⁻⁸	5,1.10 ⁻⁷	4,5.10 ⁻⁸	5,1.10 ⁻⁷
Hydrazine	2,3.10 ⁻⁶	1,2.10 ⁻⁴	4,3.10 ⁻⁶	2,3.10 ⁻⁴	4,3.10 ⁻⁶	2,3.10 ⁻⁴	4,3.10 ⁻⁶	2,3.10 ⁻⁴	4,3.10 ⁻⁶	2,3.10 ⁻⁴
Lithine	5,4.10 ⁻⁷	2,8.10 ⁻⁴	9,8.10 ⁻⁷	5,1.10 ⁻⁴	9,8.10 ⁻⁷	5,1.10 ⁻⁴	9,8.10 ⁻⁷	5,1.10 ⁻⁴	9,8.10 ⁻⁷	5,1.10 ⁻⁴
Manganèse	6,5.10 ⁻⁷	2,3.10 ⁻⁵	1,2.10 ⁻⁶	4,2.10 ⁻⁵	1,2.10 ⁻³	4,2.10 ⁻²	1,2.10 ⁻²	4,2.10 ⁻¹	5,9.10 ⁻³	2,1.10 ⁻¹
Méthylamine	9,7.10 ⁻⁷	3,1.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻⁶	5,8.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻⁶	5,8.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻⁶	5,8.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻⁶	5,8.10 ⁻⁵
Nickel	1,7.10 ⁻⁷	5,6.10 ⁻⁶	3,2.10 ⁻⁷	1,0.10 ⁻⁵	3,2.10 ⁻⁴	1,0.10 ⁻²	6,3.10 ⁻⁴	2,0.10 ⁻²	3,2.10 ⁻⁴	1,0.10 ⁻²
Nitrates	7,6.10 ⁻³	2,9.10 ⁻²	1,4.10 ⁻²	5,4.10 ⁻²	1,4.10 ⁻²	5,4.10 ⁻²	1,4.10 ⁻²	5,4.10 ⁻²	1,4.10 ⁻²	5,4.10 ⁻²
Oxalates	1,6.10 ⁻⁸	1,9.10 ⁻⁷	3,0.10 ⁻⁸	3,4.10 ⁻⁷	3,0.10 ⁻⁸	3,4.10 ⁻⁷	3,0.10 ⁻⁸	3,4.10 ⁻⁷	3,0.10 ⁻⁸	3,4.10 ⁻⁷
Phosphates	4,3.10 ⁻⁴	6,9.10 ⁻³	7,8.10 ⁻⁴	1,3.10 ⁻²	7,8.10 ⁻⁴	1,3.10 ⁻²	7,8.10 ⁻⁴	1,3.10 ⁻²	7,8.10 ⁻⁴	1,3.10 ⁻²
Plomb	1,3.10 ⁻⁷	4,0.10 ⁻⁶	2,4.10 ⁻⁷	7,4.10 ⁻⁶	4,8.10 ⁻⁵	1,5.10 ⁻³	2,4.10 ⁻⁴	7,4.10 ⁻³	2,4.10 ⁻⁴	7,4.10 ⁻³
Sodium	2,9.10 ⁻³	8,4.10 ⁻²	5,4.10 ⁻³	1,5.10 ⁻¹	5,4.10 ⁻³	1,5.10 ⁻¹	5,4.10 ⁻³	1,5.10 ⁻¹	5,4.10 ⁻³	1,5.10 ⁻¹
Sulfates	5,3.10 ⁻³	6,5.10 ⁻²	9,7.10 ⁻³	1,2.10 ⁻¹	9,7.10 ⁻³	1,2.10 ⁻¹	9,7.10 ⁻³	1,2.10 ⁻¹	9,7.10 ⁻³	1,2.10 ⁻¹
Zinc	1,9.10 ⁻⁶	6,7.10 ⁻⁵	3,4.10 ⁻⁶	1,2.10 ⁻⁴	1,7.10 ⁻²	6,1.10 ⁻¹	2,7.10 ⁻¹	9,8.10 ⁺⁰	1,4.10 ⁻²	4,9.10 ⁻¹

2.5. DOSE JOURNALIÈRE D'EXPOSITION EN EXPOSITIONS CHRONIQUE ET AIGUË

Il est considéré de manière majorante que l'individu est présent pendant toute l'année sur son lieu d'habitation.

Les [Tableau y](#) et [Tableau z](#) indiquent les doses journalières d'exposition pour les substances possédant une VTR, sélectionnées comme traceurs de risques sanitaires.

Tableau y : DJE (mg/kg/j) – Exposition chronique

Substance	DJE – Enfant de 1 an	DJE – Enfant de 10 ans	DJE - Adulte
Acide borique	$7,9.10^{-8}$	$1,0.10^{-7}$	$1,3.10^{-7}$
Bromoforme	$4,6.10^{-6}$	$6,0.10^{-6}$	$8,0.10^{-6}$
Chrome (VI)	$5,7.10^{-11}$	$3,7.10^{-9}$	$6,9.10^{-9}$
Hydrazine	$1,0.10^{-9}$	$1,3.10^{-9}$	$1,8.10^{-9}$
Nitrates	$3,3.10^{-6}$	$4,4.10^{-6}$	$5,7.10^{-6}$
Plomb	$1,1.10^{-8}$	$2,9.10^{-8}$	$4,7.10^{-8}$

Tableau z : DJE (mg/kg/j) – Exposition aiguë

Substance	DJE – Enfant de 1 an	DJE – Enfant de 10 ans	DJE - Adulte
Acide borique	$1,5.10^{-4}$	$1,2.10^{-4}$	$7,1.10^{-5}$
Bromoforme	$2,4.10^{-5}$	$2,7.10^{-5}$	$3,0.10^{-5}$
Cuivre	$3,5.10^{-6}$	$4,6.10^{-6}$	$5,9.10^{-6}$
Nickel	$2,4.10^{-6}$	$3,5.10^{-6}$	$5,0.10^{-6}$
Nitrates	$1,5.10^{-4}$	$1,1.10^{-4}$	$6,9.10^{-5}$

2.6. ESTIMATION DES RISQUES POUR LES EFFETS SANS SEUIL

Pour les sites en bord de mer, seule la classe d'âge adulte est considérée pour le calcul des Excès de Risque Individuel (ERI) par souci de calculs pénalisants. En effet, compte-tenu de la faible consommation de produits de la mer des enfants par rapport aux adultes, la dose d'exposition d'un adulte reçue pendant 30 ans est supérieure à celle d'un individu qui aurait été exposé les 30 premières années de la vie. L'ERI pour une substance s'exprime donc selon la formule suivante :

$$ERI = \frac{ERU \times DJE_{adulte} \times \text{nombre d'années d'exposition}}{\text{Durée d'une vie}}$$

Avec :

- ERU : Excès de Risque Unitaire qui correspond à la VTR sans seuil.
- DJE : Dose Journalière d'Exposition.
- Nombre d'années d'exposition : pris égal à 30 ans conformément aux recommandations du Guide INERIS. Elle correspond au 90^{ème} percentile de la durée de résidence en France¹².
- Durée d'une vie : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années). La valeur adoptée correspond à la durée de vie entière prise conventionnellement à 70 ans.

Les ERI sont ensuite sommés pour l'ensemble des substances considérées.

¹² Percentile 90 de la durée de résidence (INERIS, 2013).

2.7. ÉTUDE DE SENSIBILITÉ POUR LA POPULATION « GRANDS CONSOMMATEURS DE LA MER »

La ration moyenne en produits de la mer a été utilisée dans l'évaluation des risques sanitaires présentée au [Paragraphe 8.2.2 du Chapitre 8](#). Ce paragraphe présente une étude de sensibilité réalisée pour le groupe « grands consommateurs de produits de la mer » (enfant de 10 ans et adulte), dont la consommation correspond au 95^{ème} percentile de la ration alimentaire pour les poissons, les crustacés et les mollusques. Le [Tableau aa](#) présente les paramètres associés aux deux classes d'âge étudiées dans cette étude de sensibilité.

Tableau aa : Paramètres associés aux catégories de population étudiées

		Enfant de 10 ans	Adulte
Masse corporelle (kg)		30,6	62,5
Eau de mer ingérée par inadvertance (L/an)		0,10	0,10
Consommation journalière de poissons (kg/j)	Grands consommateurs	$5,45 \cdot 10^{-2}$	$1,26 \cdot 10^{-1}$
	Taux d'autoconsommation	40 %	40 %
Consommation journalière de crustacés (kg/j)	Grands consommateurs	$1,62 \cdot 10^{-2}$	$3,61 \cdot 10^{-2}$
	Taux d'autoconsommation	54 %	54 %
Consommation journalière de mollusques (kg/j)	Grands consommateurs	$8,76 \cdot 10^{-3}$	$4,30 \cdot 10^{-2}$
	Taux d'autoconsommation	75 %	75 %

Le calcul de sensibilité pour l'enfant de 10 ans et l'adulte du groupe « Grands consommateurs de produits de la mer » dans le cas des rejets aux limites autorisées conduit aux DJE présentées dans le [Tableau bb](#). Il s'agit des doses journalières d'exposition pour les substances possédant une VTR et sélectionnées comme traceurs de risques sanitaires.

Tableau bb : DJE (mg/kg/j) - Exposition chronique et Exposition aiguë - Grands consommateurs

Substances	DJE (mg/kg/j) – Exposition chronique - Grands consommateurs		DJE (mg/kg/j) – Exposition aiguë - Grands consommateurs	
	Enfant de 10 ans	Adulte	Enfants de 10 ans	Adulte
Acide borique	$4,0 \cdot 10^{-7}$	$5,4 \cdot 10^{-7}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$
Hydrazine	$5,2 \cdot 10^{-9}$	$7,0 \cdot 10^{-9}$	/	/
Chrome (VI)	$2,4 \cdot 10^{-8}$	$4,0 \cdot 10^{-8}$	/	/
Cuivre	/	/	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$
Nickel	$4,5 \cdot 10^{-7}$	$6,8 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$
Plomb	/	/	/	/
Bromoforme	$2,4 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$8,7 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$
Nitrates	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$

2.8. DONNÉES TOXICOLOGIQUES DES SUBSTANCES

Les données toxicologiques des substances rejetées par le site de Flamanville, incluant le réacteur 3, sont fournies par ordre alphabétique.

Dans les résumés suivants, l'unité « kg p.c. » désigne des kg de poids corporel et « NOAEL (No Observable Adverse Effect Level) » désigne la dose pour laquelle aucun effet toxique n'est observé.

2.8.1. ACÉTATES (N° CAS 1027-09-3) / ACIDE ACÉTIQUE (N° CAS 64-19-7)

Acétates (n° CAS 1027-09-3) / Acide acétique (n° CAS 64-19-7)	
Généralités	<p>L'acide acétique, sous sa forme d'ion acétate, est un métabolite présent dans les plantes, les animaux et l'espèce humaine. Il est également naturellement produit lors de la fermentation et la décomposition de déchets organiques. C'est l'acide du vinaigre.</p> <p>Dans l'industrie, l'acide acétique a de nombreuses applications et est par exemple utilisé dans la synthèse d'acétates, de produits phytosanitaires, dans l'industrie agroalimentaires (vinaigre de fruits), dans l'industrie textile, comme agent de nettoyage des semi-conducteurs ou encore en pharmacie (agent bactériostatique).</p>
Exposition aiguë	<p><u>Chez l'homme</u> : les effets associés à la toxicité aiguë de l'acide acétique sont des effets locaux. Il est corrosif lorsqu'il est pur, c'est aussi un irritant puissant pour la peau, les yeux et les muqueuses à des concentrations plus faibles. Ainsi, à des concentrations de 10 ppm il entraîne une irritation oculaire et nasale faible à modéré et des concentrations de 800 à 1 200 ppm ne peuvent être tolérées plus de trois minutes (hypersécrétion lacrymale, intense irritation des yeux, du nez et de la gorge). Une solution de 10 % d'acide acétique entraîne une légère irritation cutanée. Les symptômes associés sont notamment pour la voie respiratoire : rhinorrhée, éternuement, sensations de brûlure nasale et pharyngée, toux, dyspnée, douleur thoracique... ; pour la voie orale : lésions irritatives ou caustiques, perforation œsophagienne ou gastrique, hémorragie digestive, fistulisation... ; pour la voie cutanée et oculaire : lésions irritatives ou caustiques, larmolement, hyperhémie conjonctivale...</p> <p>Des cas de réaction d'hypersensibilisation de type I à l'éthanol contenu dans des boissons alcoolisées provoquées par l'ingestion d'acide acétique contenues ont par ailleurs été rapportés, l'acide acétique étant un métabolite de l'éthanol.</p> <p><u>Chez l'animal (rat, souris, cobaye, lapin)</u> : les effets observés sont similaires à ceux rapportés chez l'humain. Les DL50 par voie orale rapportées sont supérieures à 2 000 mg/kg chez le rat et la souris et une DL50 par voie cutanée de 1 060 mg/kg/j a été rapportée chez le lapin. Les CL50 rapportées sont de 203 mg/m³ chez le rat et de 4 400 ppm, pendant 4 h, chez le rat, de 5 620 ppm et 5 000 ppm, pendant une heure, chez la souris et le cobaye.</p>
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité chronique non cancérogène <p><u>Chez l'homme</u> : des études chez des travailleurs exposés de manière chronique à l'acide acétique ont montré des effets cutanéomuqueux (irritation, dermatose hyperkératosique, hyperhémie conjonctivale...), respiratoires (symptômes respiratoires chroniques tels que pharyngite, toux chronique, constriction thoracique, rhinite et sinusite) et dentaires (érosion). Une hypokaliémie, une hypernatrémie et une ostéoporose sont rapportées chez un sujet consommant régulièrement de grandes quantités d'acide acétique sous forme de vinaigre.</p> <p><u>Chez l'animal (rat, souris)</u> : l'acide acétique, en exposition prolongée par voie orale, induit des lésions inflammatoires.</p>

Acétates (n° CAS 1027-09-3) / Acide acétique (n° CAS 64-19-7)	
	<ul style="list-style-type: none"> • Cancérogénicité et muta-génotoxicité <ul style="list-style-type: none"> ○ Muta-génotoxicité Les résultats des études <i>in vitro</i> et <i>in vivo</i> ne mettent pas en évidence de potentiel génotoxique. ○ Cancérogénicité <u>Chez l'homme</u> : une étude rétrospective sur des travailleurs exposés à de l'acide acétique et de l'anhydride acétique a mis en évidence une augmentation de l'incidence des tumeurs de la prostate. Cependant les résultats de cette étude sont difficilement interprétables (faible nombre de cancer de la prostate, mécanisme physiopathologiques inconnue). <u>Chez l'animal (rat, souris)</u> : du fait de ses propriétés irritantes, l'acide acétique semble être un faible promoteur de tumeurs. ○ Reprotoxicité <u>Chez l'homme</u> : aucun effet toxique sur la reproduction et le développement n'a été rapporté. <u>Chez l'animal (rat, souris)</u> : les études évaluant ses effets toxiques potentiels sur la reproduction et le développement ont donné des résultats négatifs.
Valeurs guide	Les acétates ne font l'objet d'aucune recommandation environnementale pour l'eau destinée à la consommation humaine (code de la santé publique - Arrêté du 11 janvier 2007, OMS).
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.2. ACIDE ACRYLIQUE (N° CAS 79-10-7)

Acide acrylique (n° CAS 79-10-7)	
Généralités	<p>L'acide acrylique (également appelé acide propénique) se présente sous la forme d'un liquide incolore à jaune pâle possédant une odeur piquante nauséabonde facilement détectable (dès 0,1 ppm). Cet acide est miscible dans l'eau et dans la plupart des solvants organiques. À température ambiante et en l'absence de stabilisateur chimique, il peut se polymériser facilement.</p> <p>L'acide acrylique est naturellement produit par certaines algues marines. On le retrouve également dans les fluides présents dans la panse des moutons.</p> <p>L'acide acrylique peut être retrouvé dans l'environnement suite aux rejets industriels, au relargage de monomères résiduels présents dans les produits finis ou à la biodégradation de l'acrylamide dans l'eau ou les sols. En industrie, l'acide acrylique peut être polymérisé et co-polymérisé pour produire des polymères anioniques hydrosolubles (agents dispersants, floculants, superabsorbants et détergents) à nombreuses utilisations (les peintures, encres, colles, verres organiques, produits dentaires et orthopédiques...).</p> <p>Dans l'eau, il peut être rapidement biodégradé par voie aérobie ou anaérobie.</p>
Exposition aiguë	<p>L'acide acrylique est une substance corrosive et irritante pour la peau, les yeux ainsi que les muqueuses digestives et respiratoires. Il n'est pas sensibilisant.</p> <p>Les DL50s obtenues par voie orale chez le rat vont de 193 à 3 200 mg/kg p.c. en fonction de la forme sous laquelle il a été administré (non dilué ou en solution neutralisée).</p>

Acide acrylique (n° CAS 79-10-7)							
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Effets non cancérogènes Les études chroniques chez les animaux (rat et souris) par application cutanée et par inhalation ont uniquement mis en évidence des effets locaux d'irritation (inflammation, dégénérescence cutanée ou des muqueuses, troubles respiratoires...). Lorsque l'acide acrylique est administré dans l'eau de boisson, sa toxicité est réduite et les effets observés (diminution de la consommation d'eau, diminution du gain de poids corporel) sont directement attribuables à l'odeur et au goût désagréable des solutions d'acide acrylique. • Effets cancérogènes et muta-génotoxicité <u>Classement en termes de cancérogénèse</u> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th>Acide acrylique</th> <th>Classe</th> <th>Signification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CIRC</td> <td>3</td> <td>Inclassable quant à sa cancérogénicité</td> </tr> </tbody> </table> <p>Les tests <i>in vitro</i> de muta-génotoxicité ont donné des résultats négatifs. Sur la base des données obtenues <i>in vivo</i> et de celles obtenues pour des composés acryliques structurellement apparentés, il est considéré peu probable que l'acide acrylique soit mutagène <i>in vivo</i>.</p> <p>Aucune donnée de cancérogénicité n'est identifiée chez l'homme. Les études animales (rat, souris) réalisées par voie orale, inhalation et voie cutanée n'ont pas montré d'augmentation de l'incidence des tumeurs chez les animaux traités par rapport aux animaux témoins. • Effets sur la reproduction et le développement Aucune étude chez l'homme n'a été identifiée. Les études réalisées chez le rat n'ont pas montré d'effet sur le développement en l'absence de maternotoxicité. Les études effectuées ne montrent pas d'effet sur la fertilité, d'embryotoxicité ou de tératogénicité. </p>	Acide acrylique	Classe	Signification	CIRC	3	Inclassable quant à sa cancérogénicité
Acide acrylique	Classe	Signification					
CIRC	3	Inclassable quant à sa cancérogénicité					
Valeurs guide	Aucune valeur guide n'est disponible.						

2.8.3. ACIDE BORIQUE (N° CAS 10043-35-3)

Acide borique (n° CAS 10043-35-3)	
Généralités	<p>L'acide borique (H_3BO_3) se présente sous la forme d'une poudre ou de granulés blancs inodores. C'est un acide faible ($pK_a = 9,15$). L'acide borique est modérément soluble dans l'eau (solubilité = 47,2 g/L à 20°C).</p> <p>L'acide borique est naturellement présent dans les eaux douces (souterraines et de surface) et les océans. On le retrouve également dans certains sols sous forme minérale : la sassolite.</p> <p>L'homme est exposé à l'acide borique au travers de l'alimentation et l'eau de boisson. L'OMS estime l'exposition moyenne de la population au bore à 0,2-0,6 mg/jour pour la consommation d'eau et à 1,2 mg/jour pour l'alimentation. Par ailleurs, du fait de ses nombreuses utilisations dans des produits cosmétiques, l'exposition par voie cutanée est non négligeable. L'agence de sécurité alimentaire européenne (EFSA) l'estime à une dose absorbée de 0,04 à 0,4 mg de bore par jour (pour une hypothèse d'absorption cutanée de 1 à 10 %). Notons que le bore est considéré comme probablement essentiel par l'OMS car il peut avoir des effets bénéfiques.</p>

Acide borique (n° CAS 10043-35-3)	
Exposition aiguë	<p><u>Chez l'homme</u></p> <p>L'acide borique est un irritant cutané et oculaire modéré.</p> <p>Différents cas d'intoxication aiguë ont été rapportés suite à l'ingestion de quantité importantes d'acide borique ou à son application sur des peaux lésées notamment chez les enfants, plus sensibles que les adultes. Ces intoxications se manifestent par des troubles digestifs (nausées, vomissements, diarrhées, douleurs abdominales), une éruption cutanée, une hypertonie, une agitation, des fasciculations (brèves secousses musculaires involontaires), des convulsions, une tachycardie (accélération du rythme cardiaque), des troubles hémodynamiques et une acidose métabolique. Des cas d'atteintes rénales, hépatiques et pancréatiques ont aussi été observés. L'évolution de l'intoxication aiguë à l'acide borique peut être fatale, des cas de décès ayant été rapportés pour des doses ingérées ≥ 3 g chez l'enfant et ≥ 15 g chez l'adulte (OMS, 2009).</p>
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Effets non cancérogènes <p><u>Chez l'homme et par voie orale</u>, l'intoxication chronique à l'acide borique se manifeste classiquement par une atteinte du système nerveux (avec les symptômes suivants : nausées, céphalées, insomnie, asthénie, dépression, anorexie, éruptions cutanées, détérioration intellectuelle et alopecie (perte de cheveux)). Des cas d'hallucinations, de baisse de l'acuité visuelle et d'anémie ont aussi été évoqués. Du fait de la possible accumulation de l'acide borique dans l'organisme en cas d'exposition répétée, les signes d'intoxication chronique peuvent évoluer vers ceux de l'intoxication aiguë.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets cancérogènes <p>Les résultats des tests de muta-génotoxicité réalisés sur l'acide borique sont négatifs. Cet acide n'est pas considéré comme génotoxique ou mutagène.</p> <p>Les études réalisées chez l'animal (rat, souris, chien) ne montrent pas de potentiel cancérogène pour l'acide borique.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets sur la reproduction et le développement <p>L'acide borique est classé par l'UE comme toxique pour la reproduction (H360FD) – Catégorie 1B : Peut nuire à la fertilité et au fœtus sur les bases de données animales.</p> <p>Les études épidémiologiques chez les travailleurs s'intéressant aux effets de l'acide borique sur la fertilité masculine ne sont pas conclusives quant à son effet sur la qualité et la quantité de sperme. Elles montrent cependant une accumulation de l'acide borique dans le sperme.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : il a par contre été montré pour plusieurs espèces des effets toxiques sur l'appareil reproducteur mâle (atrophie testiculaire, dégénérescence des tubes séminifères, diminution de la spermatogénèse et de la qualité du sperme, diminution des taux de testostérone sérique) suite à une administration orale.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : l'exposition par voie orale à l'acide borique pendant la gestation induit une diminution du poids fœtal, des malformations du système cardiovasculaire, des côtes et de cerveau chez le rat, la souris et le lapin. Chez le rat, espèce la plus sensible, ces effets sont observés dès 76 mg/kg/jour.</p>
Valeurs guide	L'OMS ne propose pas de valeur guide pour l'acide borique.

2.8.4. ALUMINIUM (N° CAS 7429-90-5)

Aluminium (n° CAS 7429-90-5)	
Généralités	<p>L'aluminium est l'élément métallique le plus abondant dans l'environnement et constitue 8 % de la croûte terrestre. Il existe naturellement sous forme de silicates, oxydes, hydroxydes ou combiné à d'autres éléments tels que le sodium, le fluor...</p> <p>L'aluminium possède de nombreuses applications notamment dans l'industrie métallurgique (notamment la fabrication d'emballages et d'ustensiles ménagers), chimique, électrique, agroalimentaire, pharmaceutique, dans le traitement de l'eau, ... L'industrie minière, l'agriculture, la combustion du charbon et les émissions automobiles constituent également des sources non négligeables de contamination de l'environnement.</p>
Exposition aiguë	<p><u>Chez l'homme</u> : la toxicité aiguë de l'aluminium est très faible comme celle des sels minéraux (sauf si les éléments autres que l'aluminium sont en eux-mêmes toxiques : fluorures ou phosphore d'aluminium par exemple). Des troubles gastro-intestinaux, une éruption, des douleurs musculaires, une asthénie, des troubles de la concentration et de la mémoire ont été rapportés chez des personnes accidentellement exposées à du sulfate d'aluminium dans l'eau de boisson pendant 5 jours, le lien de causalité entre cette exposition et les symptômes n'a toutefois pas pu être établi.</p> <p>Les sels solubles et les dérivés organiques, sont fortement irritants.</p> <p><u>Chez l'animal (rat, souris)</u> : les sels les plus solubles possèdent les DL50 par voie orale les plus faibles (nitrate d'aluminium 261 et 268 mg Al/kg chez le rat et la souris ; chlorure d'aluminium : entre 370 et 750 chez le rat et 220 à 770 mg Al/kg chez la souris) et sont très irritants voire corrosifs ; le sulfate d'aluminium, de solubilité intermédiaire, est moins toxique (DL50 = 730 mg Al/kg chez le rat et 980 mg Al/kg chez la souris) et provoque une sévère irritation ; les sels les moins solubles sont irritants.</p>
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité chronique non cancérogène <p><u>Chez l'homme</u> : les études chez les travailleurs exposés par inhalation mettent en évidence des fibroses pulmonaires et des granulomatoses pulmonaires liées à la surcharge pulmonaire en aluminium et des asthmes et hyperréactivités bronchiques du fait de l'irritation. Des effets sur le système nerveux central (encéphalopathies, troubles psychomoteurs) et sur le tissu osseux (ostéomalacie) et atteintes du système hématopoïétique (anémie hypochrome) ont été observés chez des personnes à risque exposées par d'autres voies que la consommation alimentaire, qui conduisent à l'accumulation de fortes quantités d'aluminium (patients insuffisants rénaux dialysés, alimentation parentérale de nouveau-nés, personnes professionnellement exposées...). L'implication de l'aluminium dans l'origine de la maladie d'Alzheimer n'est à ce jour pas tranchée.</p> <p>Le contact cutané avec des sels d'aluminium peut également produire des dermatites d'irritation, exceptionnellement une dermatite allergique. Des eczéma sont décrits avec des produits cosmétiques.</p> <p><u>Chez l'animal (rat, souris, singe)</u> : des effets hématologiques, hépatiques, rénaux, immunologiques et neurologiques (diminution de l'activité motrice et de la coordination, défaut d'apprentissage, troubles de la mémoire) ont été observés après exposition par voie orale à de l'aluminium et ses sels. Par inhalation, des signes d'inflammation pulmonaire sont rapportés pour le chlorure et le fluorure d'aluminium.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cancérogénicité et muta-génotoxicité <ul style="list-style-type: none"> ○ Muta-génotoxicité <p>L'aluminium et ses composés ne sont pas mutagènes <i>in vitro</i> et <i>in vivo</i>. Des effets clastogènes ont été mis en évidence <i>in vitro</i> et <i>in vivo</i> et des effets aneugènes <i>in vitro</i> uniquement.</p>

Aluminium (n° CAS 7429-90-5)	
	<p>○ Cancérogénicité</p> <p><u>Chez l'homme</u> : sur la base de données chez les travailleurs exposés par inhalation ayant mis en évidence une augmentation des cancers des poumons et de la vessie, le CIRC a classé la production d'aluminium comme cancérogène, toutefois la co-exposition à d'autres cancérogènes lors de ces études ne peut être exclue. Les données des études par voie orale et cutanée n'ont pas mis en évidence d'effets cancérogènes.</p> <p><u>Chez l'animal (rat, souris)</u> : les quelques études disponibles par voie orale et inhalation pour l'aluminium et ses composés n'ont pas mis en évidence d'effets cancérogènes.</p> <p>○ Reprotoxicité</p> <p><u>Chez l'homme</u> : aucune étude n'a été identifiée.</p> <p><u>Chez l'animal (rat, souris)</u> : le chlorure et le nitrate d'aluminium diminuent la fertilité des mâles et des femelles. Le chlorure, le nitrate et le sulfate d'aluminium entraînent des effets embryo-foetotoxiques (diminution du poids des fœtus, augmentation du nombre de résorptions, baisse du nombre de fœtus viables), tératogènes (augmentation du nombre de malformations) et sur le développement (retard d'ossification, troubles neurocomportementaux : difficultés d'apprentissage, perturbation de la mémoire et modifications des réponses aux tests d'anxiété).</p>
Valeurs guide	Le code de la santé publique (article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent une « référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine » à 200 µg/L.

2.8.5. AMMONIAC (N° CAS 7664-41-7)

Ammoniac (n° CAS 7664-41-7)	
Généralités	L'ammoniac (NH ₃) est un gaz odorant, très irritant et moins lourd que l'air. L'ammoniac est très soluble dans l'eau où il se trouve sous forme d'hydroxyde d'ammonium (NH ₄ OH).
Exposition aiguë	L'irritation des voies respiratoires supérieures et des yeux peut être notée à partir de 35 mg/m ³ . À des concentrations élevées, l'exposition aiguë à l'ammoniac se caractérise par une difficulté à respirer, des sifflements respiratoires voire, pour des concentrations très élevées, un œdème pulmonaire et une asphyxie. Des atteintes sur la fonction visuelle sont également possibles en cas de projection oculaire voire pour une exposition à des atmosphères où les concentrations sont élevées. Des atteintes cutanées notamment de zones humides de la peau sont également possibles pour de fortes concentrations atmosphériques, l'ammoniac s'y transformant en solution basique d'ammoniaque.
Exposition chronique	Peu d'études sont disponibles. Des symptômes d'irritation ont pu être observés. Aucune donnée concernant un effet cancérogène n'a été trouvée dans la littérature

2.8.6. AMMONIUM (N° CAS 14798-03-9)

Ammonium (n° CAS 14798-03-9)	
Généralités	L'ion ammonium, NH ₄ ⁺ , constitue l'un des principaux produits du métabolisme des mammifères dû à la dégradation de la matière organique. Les sources d'exposition environnementales sont insignifiantes si on les compare à la synthèse endogène d'ammoniaque. Les concentrations naturelles en ammoniaque dans les eaux souterraines sont, en effet, généralement inférieures à 0,2 mg/L. Les eaux de surface peuvent en contenir jusqu'à 12 mg/L.

Ammonium (n° CAS 14798-03-9)	
Valeurs Guide	<p>Le code de la santé publique (article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent les valeurs suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une « référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine » de 0,10 mg/L. • Une « limite de qualité des eaux brutes de toutes origines utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » de 4 mg/L. • Des « limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » avec une valeur guide de 0,05 mg NH₄⁺/L pour le traitement A1 et avec une valeur guide de 1 mg/L et impérative de 1,5 mg NH₄⁺/L pour le traitement A2 et une valeur guide de 2 mg/L et impérative de 4 mg NH₄⁺/L pour le traitement A3. <p>L'OMS ne propose pas de valeur guide fondée sur des critères sanitaires, les concentrations en ammonium dans l'eau de boisson étant bien inférieures à celles susceptibles de provoquer des effets toxiques.</p>
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.7. ATMP (N° CAS 6419-19-8)

ATMP (n° CAS 6419-19-8)	
Généralités	<p>L'ATMP appartient à la famille des acides aminoalkylphosphoniques. Son sel conjugué est un phosphonate, composé couramment utilisé dans les produits d'entretien ménager pour leurs propriétés chélatantes et anti-tartre.</p> <p>Il a fait l'objet d'un rapport par l'HERA. Ce rapport est complet et fournit un certain nombre de données sur les dangers de cette substance.</p>
Effets des expositions aiguës	<p><u>Chez l'animal</u> : il existe des informations sur la toxicité aiguë par voie orale de l'ATMP montrant une toxicité moyenne chez les rats et les souris ; les valeurs de DL50 orale variant entre 2 790 et 2 910 mg/kg (Younger Laboratories, 1967 et HERA, 2004). Selon l'étude Younger Laboratories, 1967 réalisés sur des lapins, l'ATMP ne présente pas de toxicité aiguë par voie cutanée. Aucune donnée n'est disponible concernant la toxicité d'une exposition aiguë par inhalation.</p> <p>Sur la base des études disponibles (Safe pharm laboratories, 1982 et Younger Laboratories, 1967), l'ATMP est considéré comme irritant faible pour la peau et moyennement irritant par un contact oculaire.</p>
Effets des expositions chroniques	<p>Une étude chez des rats exposés 2 ans par alimentation montre un NOAEL de 500 mg/kg/j (le plus haut niveau de dose testé dans l'étude). À cette dose est observée une augmentation du poids relatif de la rate, du foie, des reins et des testicules. Les effets ont été considérés comme une réponse adaptative et non comme des effets nocifs. En adoptant une approche conservatrice, un NOAEL de 150 mg/kg/j a été proposé pour les mâles et les femelles.</p> <p>L'ATMP ne montre pas de potentiel mutagène ou clastogène, ni de potentiel cancérigène au vu des données disponibles (Monsanto, 1981 et Bio/Dynamics Inc., 1979). Les études disponibles (Bio/Dynamics Inc., 1979 et 1980) suggèrent également que l'ATMP n'est pas toxique pour la reproduction.</p>
Valeurs guide	Aucune valeur guide n'est disponible pour l'ATMP.
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.8. BROMOFORME (N° CAS 75-25-2)

Bromoforme (n° CAS 75-25-2)													
Généralités	<p>Le bromoforme appartient à la famille des TriHaloMéthanes (THM). La source majeure de bromoforme, comme tous les autres THM, est liée à sa formation dans les eaux destinées à la consommation humaine ayant subi une désinfection.</p> <p>La population générale est donc principalement exposée au bromoforme via l'eau du robinet. Les principales voies d'exposition sont l'ingestion, l'inhalation (à partir de composés volatilisés) et l'exposition cutanée. Le bromoforme est ensuite rapidement distribué dans tout l'organisme.</p>												
Exposition aiguë	<p><u>Chez l'homme</u> : l'ingestion provoque une sensation de brûlure de la bouche, puis des symptômes neurologiques (entre autres : ataxie, logorrhée, sédation), pouvant aller jusqu'au coma. Une dépression respiratoire et une chute de la pression sanguine (collapsus cardiovasculaire) caractérisent les cas graves. Les vomissements pouvant survenir lors de ces comas peuvent provoquer des fausses routes pulmonaires.</p> <p>Une dépression du système nerveux central est généralement observée à des doses très élevées, souvent mortelles. Une exposition à de fortes doses de bromoforme est aussi associée à une diminution du poids corporel.</p>												
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Effets non cancérogènes <p><u>Chez l'homme</u> : les signes observés lors d'imprégnations chroniques au bromoforme sont souvent le fait d'accidents thérapeutiques (en milieu professionnel, et a fortiori, pour la population générale, les taux sériques nécessaires pour obtenir une telle pathologie ont peu de chance d'être atteints). Il s'agit de signes neurologiques (hyperréactivité ou somnolence), psychiatriques (hallucination, excitation, troubles de la mémoire), cutanés (éruption acnéiforme, lésions pustuleuses) et digestives (anorexie, constipation). Une altération des fonctions hépatiques est également rapportée.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets cancérogènes <p>Classement en termes de cancérogénèse</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bromoforme</th> <th>Classe</th> <th>Signification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CIRC</td> <td>3</td> <td>Inclassable quant à la cancérogénicité</td> </tr> <tr> <td>US EPA</td> <td>B2</td> <td>Cancérogène probable</td> </tr> <tr> <td>UE</td> <td>/</td> <td>Non évalué</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> • Effets sur la reproduction <p>Les données disponibles sur le potentiel tératogène et reprotoxique du bromoforme ne sont pas concluantes, elles ne permettent donc pas de faire une évaluation adéquate de ses effets sur le développement.</p>	Bromoforme	Classe	Signification	CIRC	3	Inclassable quant à la cancérogénicité	US EPA	B2	Cancérogène probable	UE	/	Non évalué
Bromoforme	Classe	Signification											
CIRC	3	Inclassable quant à la cancérogénicité											
US EPA	B2	Cancérogène probable											
UE	/	Non évalué											
Valeurs guide	<p>Le code de la santé publique (article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent la valeur « limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine » à 100 µg/L en THM totaux.</p>												

2.8.9. CHLORURES

Chlorures	
Généralités	<p>La présence de chlorures dans les eaux de surface peut être attribuée à des sources naturelles, aux effluents, à la pollution provenant du salage des routes et à des intrusions salines.</p> <p>La principale source d'exposition de l'homme aux chlorures est le salage des aliments, généralement beaucoup plus importante que l'eau de boisson. En général, la concentration naturelle des chlorures dans les denrées alimentaires ne dépasse pas 0,36 mg/g. L'apport quotidien moyen de chlorures d'un régime sans sel a été estimé à 100 mg/jour. Toutefois l'addition de sel, que ce soit lors du traitement ou de la cuisson des aliments ou pendant le repas peut porter cette quantité à 6 g/jour et parfois 12 g/jour.</p>
Valeurs Guide	<p>Le code de la santé publique (article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent les valeurs suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une « référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine » à 250 mg/L, • une « limite de qualité des eaux brutes de toutes origines utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » à 200 mg/L, • des « limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » avec une valeur guide de 200 mg/L pour les traitements A1, A2 et A3. <p>Aucune valeur guide fondée sur des critères de santé n'est proposée par l'OMS pour les chlorures dans les eaux de boisson.</p>
Critère de non sélection	Absence de VTR

2.8.10. CHROME (N° CAS 7440-47-3)

Chrome (n° CAS 7440-47-3)	
Généralités	<p>Le chrome (VI) est naturellement rare dans l'environnement, sa présence étant très majoritairement d'origine anthropique. Très mobile dans l'environnement il expose la population générale principalement par ingestion d'aliments et d'eau contaminés sans que la part attribuable au chrome VI soit bien estimée. Il pénètre mieux l'organisme par voie respiratoire que par voie digestive. Le chrome est un irritant et un sensibilisant.</p>
Exposition aiguë	<p><u>Chez l'homme</u> : l'ingestion de sels de chrome entraîne rapidement des syndromes digestifs (douleurs abdominales, vomissements sanglants, diarrhées hémorragiques) pouvant être fatals par collapsus circulatoire (dose létale : 1-3 g (CrO₃) ; 50 à 70 mg/kg p.c. (autres chromates), des atteintes hépatiques et rénales retardées sont décrites.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : les expositions par la voie orale induisent des effets plus importants que par inhalation et que par voie cutanée. Chez les rongeurs (rat, souris), les DL50 observées pour les différents dérivés solubles du chrome (VI) par voie orale vont de 40 à 175 mg/kg p.c., soit 13 à 91 mg équivalent Cr (VI)/kg p.c.</p>
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Effets non cancérogènes <p><u>Chez l'homme</u> : pour la voie orale, suite à l'ingestion répétée d'eau contaminée par du chrome (VI) des symptômes sur le système digestif (ulcères buccaux, diarrhées, douleurs abdominales et vomissements) ont été décrits.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : les effets observés sont identiques à ceux constatés chez l'homme et sont liés aux propriétés irritantes et allergisantes des composés solubles du chrome (VI).</p>

Chrome (n° CAS 7440-47-3)													
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> Effets cancérogènes <p>Classement en termes de cancérogénèse</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Chrome</th> <th>Classe</th> <th>Signification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CIRC</td> <td>1</td> <td>Cancérogène</td> </tr> <tr> <td>US EPA</td> <td>A</td> <td>Cancérogène</td> </tr> <tr> <td>UE</td> <td>/</td> <td>Non évalué</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Chez l'homme</u> : différentes études réalisées chez le travailleur ont montré un lien de causalité entre exposition respiratoire au chrome (VI) et cancer du poumon et suggèrent un possible lien avec le cancer du nez et des sinus. L'exposition par voie orale serait associée à un excès de risque pour les cancers gastriques.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : les études réalisées chez le rongeur (rat, souris) par administration respiratoire de différents composés du chrome (VI) montrent une augmentation significative des papillomes nasaux et des adénocarcinomes pulmonaires. Celles par administration orale montrent une augmentation significative des cancers du tractus gastro-intestinal.</p> <ul style="list-style-type: none"> Effets sur la reproduction <p><u>Chez l'homme</u> : les études réalisées chez l'homme ne permettent pas de conclure quant à la toxicité sur la reproduction et le développement du chrome (VI).</p> <p><u>Chez l'animal</u> : chez le rongeur (rat, souris), plusieurs études par voie orale rapportent des effets sur la fertilité masculine (altération de la spermatogénèse, altérations histologiques des testicules), une augmentation de l'apparition de malformations et une fœtotoxicité (augmentation des pertes pré- et post-implantatoires, diminution du poids des fœtus).</p>	Chrome	Classe	Signification	CIRC	1	Cancérogène	US EPA	A	Cancérogène	UE	/	Non évalué
Chrome	Classe	Signification											
CIRC	1	Cancérogène											
US EPA	A	Cancérogène											
UE	/	Non évalué											
Valeurs guide	<p>Le code de la santé publique (article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent</p> <ul style="list-style-type: none"> une « limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine » à 50 µg/L, une « limite de qualité des eaux brutes de toutes origines utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » à 50 µg/L, des « limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » avec une valeur impérative de 50 µg/L pour les traitements A1, A2 et A3. 												

2.8.11. CUIVRE (N° CAS 7440-50-8)

Cuivre (n° CAS 7440-50-8)	
Généralités	<p>Le cuivre est un oligoélément essentiel soumis à une régulation homéostatique. Il intervient en tant que composant de nombreuses métallo-enzymes. Le cuivre intervient dans la qualité des cartilages, la minéralisation osseuse, la régulation de neurotransmetteurs, la fonction cardiaque, les mécanismes immunitaires et le métabolisme du fer.</p> <p>Le bruit de fond en cuivre est autour de 0,15 µg/L dans l'eau de mer et de 1 à 20 µg/L dans l'eau douce.</p> <p>Le principal mode d'exposition de la population générale est l'alimentation et l'eau de boisson. En général, l'apport journalier total par voie orale (alimentation et eau de boisson) se situe entre 1 et 2 mg/jour avec des pointes occasionnelles à plus de 5 mg/jour et une contribution de l'eau de boisson excédant rarement 0,1 mg/jour. L'apport de cuivre par voie respiratoire ou percutanée est négligeable.</p>

Cuivre (n° CAS 7440-50-8)													
Exposition aiguë	<p><u>Chez l'homme</u> : l'intoxication par voie orale est rare en dehors des ingestions à visée suicidaire.</p> <p>L'ingestion de sels de cuivre provoque des troubles digestifs sévères avec déshydratation, nécrose hépatique et atteinte rénale pouvant aboutir au décès. Notons que la dose thérapeutique à visée émétisante était de 300 mg de sulfate de cuivre.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : la toxicité d'une dose unique de cuivre varie largement selon l'espèce en cause (DL50 comprise entre 15 et 1 664 mg Cu/kg p.c.). Parmi les sels de cuivre, ceux qui présentent une bonne hydrosolubilité sont généralement plus toxiques.</p> <p>Des rats qui avaient reçu quotidiennement pendant 15 jours 305 mg Cu/kg dans leur nourriture, sous la forme de sulfate de Cu (II), ont présenté des modifications de leurs paramètres biochimiques et des effets nocifs au niveau du foie, des reins et des poumons. Ces effets étaient de même nature que ceux observés chez d'autres espèces avec d'autres dérivés du cuivre.</p>												
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Effets non cancérogènes <p>Le cuivre est un élément essentiel et les effets indésirables qui lui sont imputables peuvent provenir d'une carence comme d'un excès. L'OMS estime que : « À la lumière des données dont on dispose sur l'exposition humaine au cuivre (...) en Europe et dans les Amériques, il semble que les dangers d'une carence en cuivre sont plus grands que ceux d'un excès de cet élément ».</p> <p>Parmi les groupes potentiellement plus sensibles à l'excès de cuivre, on peut citer les personnes en hémodialyse et les malades atteints d'une affection hépatique chronique. Parmi les groupes exposés au risque de carence en cuivre figurent aussi les nourrissons et les sujets souffrant d'un syndrome de malabsorption ou nourris exclusivement par voie parentérale.</p> <p>Exposés pendant une longue période, des rats et des souris n'ont pas présenté de signes manifestes de toxicité autres qu'une réduction de croissance liée à la dose, après ingestion de doses quotidiennes correspondant à 138 mg Cu/kg p.c. (rats) et 1 000 mg Cu/kg p.c. (souris). Les études de neurotoxicité n'ont révélé aucun effet sur le comportement mais des modifications neurochimiques ont été signalées après administration par voie orale de doses correspondant à 20-40 mg Cu/kg p.c. par jour. D'après un nombre limité d'études d'immunotoxicité, il y a eu une détérioration de la fonction immunitaire humorale et à médiation cellulaire après ingestion, via l'eau de boisson, de doses équivalant à environ 10 mg Cu/kg p.c. par jour.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets cancérogènes <p><u>Classement en termes de cancérogénèse</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #4CAF50; color: white;"> <th>Cuivre</th> <th>Classe</th> <th>Signification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CIRC</td> <td>/</td> <td>Non évalué</td> </tr> <tr> <td>US EPA</td> <td>D</td> <td>Non évalué</td> </tr> <tr> <td>UE</td> <td>/</td> <td>Non évalué</td> </tr> </tbody> </table> <p>Les données dont on dispose au sujet de la cancérogénicité sont insuffisantes pour permettre une évaluation du risque. Du fait d'absence de données humaines, de données animales inadéquates et de données de mutagénicité équivoques le cuivre n'a pas été classé par l'US EPA et l'UE en tant que cancérogène.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets sur la reproduction <p><u>Chez l'homme</u> : il n'y a pas de données humaines.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : les études animales consacrées aux effets toxiques sur la reproduction et le développement sont limitées et sont insuffisantes pour permettre une évaluation du risque.</p>	Cuivre	Classe	Signification	CIRC	/	Non évalué	US EPA	D	Non évalué	UE	/	Non évalué
Cuivre	Classe	Signification											
CIRC	/	Non évalué											
US EPA	D	Non évalué											
UE	/	Non évalué											

Cuivre (n° CAS 7440-50-8)	
Valeurs guide	<p>Le code de la santé publique (article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent</p> <ul style="list-style-type: none"> une « limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine » à 2 mg/L, une « référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine » à 1 mg/L, des « limites de qualité des eaux douces utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » avec une valeur guide de 0,02 mg/L et une valeur impérative de 0,05 mg/L pour le traitement A1, une valeur guide de 0,05 mg/L pour le traitement A2, une valeur guide de 1 mg/L pour le traitement A3. <p>L'OMS recommande la valeur de 2 mg/L dans l'eau de boisson.</p>

2.8.12. DÉTERGENTS

Il est considéré que les détergents proviennent des laveries et des eaux de lavage des sols et des installations. Ils répondent au règlement UE n° 259/2012¹³ relatif aux détergents lequel stipule dans son article 1^{er} qu'il a pour objectif d'établir « *des règles visant à assurer la libre circulation, dans le marché intérieur, des détergents et des agents de surface destinés à faire partie de détergents, tout en assurant un degré élevé de protection de l'environnement et de la santé humaine* ».

a. Les produits pour la lessive en machine

Produits pour la lessive en machine	
Généralités	<p>Ils sont constitués de tensioactifs anioniques et non ioniques, sels de sodium (silicates, carbonates, borates, sulfates) avec des traces de colorants, parfums, azurants optiques, agents de blanchiment. Ils sont fortement concentrés en sels de sodium basiques ce qui leur confère un Ph d'environ 10 pour une solution aqueuse à 1 %. Depuis 2007, l'utilisation de phosphates est interdite dans les lessives domestiques, ils sont substitués par des zéolithes. Les lessives achetées par EDF SA dans le cadre du marché d'achat national ne contiennent pas de borates.</p>
Exposition aiguë	<p>En cas d'ingestion sont signalés de discrets signes d'irritation digestive (<i>nausées, inconfort abdominal</i>). Pour des cas d'ingestion massive, des vomissements et diarrhée moussante peuvent survenir avec un risque de pneumopathie par intrusion de mousse dans le tractus respiratoire. En cas de projection il y a un risque d'ulcération cornéenne.</p>
Exposition chronique	<p>En ce qui concerne les sels de sodium, leur toxicité dépend surtout de l'anion, le cation sodium n'étant responsable d'effets pour la santé que pour des doses très élevées. Les sulfates ne présentent pas de toxicité pour l'homme mis à part leur caractère irritant ; ils ont un effet laxatif au-delà de 600 mg/L et leur toxicité dépend du cation associé. En ce qui concerne les carbonates, ils sont également irritants du fait de leur caractère alcalin, leur toxicité dépendant du cation associé.</p> <p>Le rapport HERA (polycarboxylates used in détergent, part 1 - 2014) sur les zéolithes représentés par le silicate de sodium et d'aluminium synthétique (CASN 1344-00-9 et les Zéolithes (CASN 1318-02-1) atteste d'un profil toxicologique assez exhaustif (manquent toutefois des données de reprotoxicité) qui met en évidence des effets non cancérigènes sur le rein et les voies urinaires pour des niveaux élevés d'exposition par voie orale avec un NOAEL (No Observed Effect Level) de 60 mg/kg p.c. (Henkel, 1979, études de 2 ans chez des rats).</p>

¹³ Règlement UE n° 259/2012 modifiant le règlement (CE) n° 648/2004 en ce qui concerne l'utilisation des phosphates et autres composés du phosphore dans les détergents textiles destinés aux consommateurs et les détergents pour lave-vaisselle automatiques destinés aux consommateurs.

Produits pour la lessive en machine	
Valeurs guide	Une valeur guide de 250 mg/L pour les sulfates est édictée par l'OMS pour l'eau de boisson. Cette valeur n'est pas basée sur des effets sur la santé mais concerne l'acceptabilité organoleptique (goût de l'eau possible au-delà de cette concentration).
Critère de non sélection	Absence de VTR.

b. Les nettoyeurs pour le sol

Ils sont également composés de tensioactifs anioniques et non ioniques, parfois ammoniacque, ammoniums quaternaires, aldéhydes, solvants pétroliers, les produits à usage industriels peuvent être très concentrés. Leur toxicité se rapproche de celle des lessives, la présence de solvants pétroliers peut introduire des substances toxiques supplémentaires dans leur composition cependant ces nettoyeurs répondent également au règlement UE n° 259/2012 sur les détergents qui vise à assurer « un degré élevé de protection de l'environnement et de la santé humaine ».

2.8.13. DIOXYDE D'AZOTE (N° CAS 10102-44-0)

Dioxyde d'azote (n° CAS 1010244-0)	
Généralités	Le dioxyde d'azote (NO ₂) est un gaz. La principale source est anthropique : combustion des combustibles fossiles (charbon, fioul, gaz naturel). Les échappements d'automobiles, plus particulièrement les véhicules diesel, représentent une fraction importante de la pollution atmosphérique par les oxydes d'azote (NO _x).
Exposition aiguë	Le NO ₂ est un irritant des muqueuses respiratoires. <u>Chez l'homme</u> : de nombreuses études montrent que le NO ₂ est un irritant des voies respiratoires. <u>Chez l'animal</u> : les principaux effets rapportés sont des atteintes respiratoires correspondant à des irritations, une détresse respiratoire, une augmentation de la fréquence respiratoire et une augmentation de la réactivité bronchique.
Exposition chronique	<u>Chez l'homme</u> : des études montrent que l'exposition au NO ₂ peut prolonger les symptômes respiratoires. <u>Chez l'animal</u> : des études montrent une atteinte des voies respiratoires.
Valeurs guide	Le NO ₂ fait l'objet de normes de qualité d'air. Celles-ci sont présentées dans le Chapitre 3 . L'OMS recommande pour la protection de la santé une valeur moyenne annuelle de 40 µg/m ³ et une valeur moyenne horaire de 200 µg/m ³ .

2.8.14. DIOXYDE DE SOUFRE (N° CAS 7446-0-5)

Dioxyde de soufre (n° CAS 7446-0-5)	
Généralités	<p>Le dioxyde de soufre (SO₂) est classé parmi les polluants atmosphériques dits "classiques" par l'OMS. Son émission industrielle est réglementée. Le SO₂ peut être émis naturellement ou de manière anthropique. Le SO₂ étant très soluble dans l'eau, il est très rapidement absorbé par la nébulosité et les gouttes de pluie.</p> <p>Les agents toxiques potentiels issus de la transformation du SO₂ dans l'atmosphère sont les particules fines de sulfate et l'acide sulfurique, ce dernier agent n'étant responsable de problèmes sanitaires qu'à de forts niveaux d'émissions qui ne sont plus observés de nos jours.</p> <p>Les teneurs atmosphériques en SO₂ sont extrêmement variables en fonction des activités humaines : de 1 à 5 µg/m³ (4.10⁻⁴ à 2.10⁻³ ppm) en milieu préservé jusqu'à plus de 6 000 µg/m³ (2,3 ppm) en zones industrielles. En 1974, la teneur moyenne annuelle en SO₂ pour les capitales européennes se situait entre 100 et 200 µg/m³. Depuis les trois dernières décennies, sous la pression d'une réglementation environnementale de plus en plus sévère, d'un abaissement de la teneur en soufre des produits pétroliers, les émissions de SO₂ ont connu une baisse significative et régulière. Pour l'agglomération parisienne, la teneur moyenne annuelle en SO₂ est actuellement nettement inférieure à 50 µg/m³.</p> <p>Le SO₂ est un gaz irritant. Il est surtout adsorbé au niveau des voies aériennes supérieures mais il peut atteindre les voies inférieures au cours d'une activité physique intense ou s'il est adsorbé sur des particules. C'est un irritant qui cause une bronchoconstriction similaire à une réaction asthmatique et entraîne la sécrétion du mucus.</p>
Exposition aiguë	<p>À fortes doses, l'exposition aiguë par inhalation au SO₂ est connue pour provoquer chez l'humain les effets suivants : irritation des voies respiratoires, larmolement, toux, conjonctivite, bronchospasme, voire œdème pulmonaire.</p> <p>Une exposition contrôlée de courte durée à des niveaux élevés de SO₂ conduit à une diminution de la fonction respiratoire, à un accroissement de la résistance des voies aériennes et à une bronchoconstriction. Ces effets sont objectivés par des Épreuves Fonctionnelles Respiratoires (EFR). Ce type d'exposition au SO₂ favorise l'apparition non seulement de symptômes tels que la toux et les sifflements mais aussi de crises asthmatiques aiguës chez les personnes sensibles (enfants, patients souffrant déjà de troubles respiratoires chroniques).</p>
Exposition chronique	<p>Une exposition au SO₂ sur de longues périodes à des niveaux moyens journaliers faibles est significativement corrélée à la survenue de différents événements sanitaires tels que l'hospitalisation pour maladies respiratoires et cardio-vasculaires ischémiques, l'exacerbation de l'asthme, l'aggravation des insuffisances respiratoires chroniques et les décès pour pathologies cardio-vasculaires</p>
Valeurs guide	<p>Le SO₂ fait l'objet de normes de qualité d'air. Celles-ci sont présentées dans le Chapitre 3.</p> <p>L'OMS recommande pour la protection de la santé une valeur moyenne sur 24 h de 20 µg/m³ et une valeur moyenne sur 10 minutes de 500 µg/m³</p>

2.8.15. ÉTHANOLAMINE (N° CAS 141-43-5)

Éthanolamine (n° CAS 141-43-5)	
Généralités	<p>L'éthanolamine est un intermédiaire normal du métabolisme des mammifères. Formé à partir de sérine, il joue un rôle dans l'élaboration des phospholipides et de la choline. Il est naturellement présent dans les urines. L'éthanolamine est utilisée en solution aqueuse pour neutraliser certains gaz tels le CO₂ et l'H₂S. Elle sert d'ingrédient de base dans la production d'agents tensio-actifs, détergents, émulsifiants, vernis, produits pharmaceutiques, inhibiteurs de corrosion, intermédiaires chimiques... L'éthanolamine est également utilisée pour l'alcalinisation de l'eau dans les cycles de vapeur des centrales électriques, y compris les centrales nucléaires avec des réacteurs à eau sous pression.</p>

Éthanolamine (n° CAS 141-43-5)	
Exposition aiguë	<p><u>Chez l'homme</u> : peu de données sont disponibles. Un cas ancien d'intoxication par inhalation serait associé à une hépatite aiguë et une fausse route survenue lors d'une ingestion volontaire d'un produit contenant 3,3 % d'éthanolamine était associée à une bronchoconstriction suivie d'une détresse respiratoire aiguë mortelle.</p> <p>Les vapeurs sont irritantes pour les voies aériennes supérieures et pour les yeux. L'éthanolamine liquide et ses solutions sont irritantes pour la peau et pour les yeux. Des essais sur volontaires ont montré qu'un contact cutané prolongé avec le liquide pur (produit maintenu sur compresse pendant 90 minutes) entraînait un érythème marqué et une infiltration de la peau. L'irritation oculaire peut être provoquée par des projections de solutions très diluées (jusqu'à 1 %).</p> <p><u>Chez l'animal (rat, souris, lapin, cobaye)</u> : sa toxicité aiguë est modérée par voie orale (DL₅₀ > à 1 000 mg/kg) et faible par voie cutanée (DL₅₀ > 2 000 mg/kg) et respiratoire (CL₅₀ > 1 300 mg/m³). Les symptômes observés sont des irritations intenses du tractus digestif ou respiratoire ainsi que des signes neurologiques (convulsions, hypotonie, paralysie...).</p>
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité chronique non cancérogène <p><u>Chez l'homme</u> : peu de données sur la toxicité chronique de l'éthanolamine ont été retrouvées dans la littérature. Des dermatoses eczématiformes peuvent survenir à la suite de contacts prolongés ou répétés avec des solutions contenant 10 % ou plus d'éthanolamine. Il a par ailleurs été signalé chez des ouvriers exposés à de faibles concentrations d'éthanolamine une augmentation de la fréquence des bronchites chroniques ainsi que des troubles hépatiques ou neurologiques (asthénie).</p> <p><u>Chez l'animal (rat)</u> : l'exposition chronique aux vapeurs d'éthanolamine provoque une léthargie, une inflammation pulmonaire ainsi que des dommages hépatiques et rénaux. L'exposition cutanée à de fortes doses entraîne des atteintes hépatiques, cardiaques et pulmonaires. Par voie orale, l'éthanolamine entraîne une diminution du poids corporel.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cancérogénicité et muta-génotoxicité <p>L'éthanolamine n'a pas été évaluée par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer).</p> <p>Les résultats des tests <i>in vitro</i> et <i>in vivo</i> ne montrent pas de potentiel génotoxique.</p> <p><u>Chez l'homme</u> : aucune étude n'a été identifiée.</p> <p><u>Chez l'animal (rat)</u> : aucune étude n'a été identifiée, à l'exception d'un test de transformation cellulaire <i>in vitro</i> ayant donné des résultats négatifs.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reprotoxicité <p><u>Chez l'homme</u> : aucune étude n'a été identifiée.</p> <p><u>Chez l'animal (rat)</u> : des effets sur la fertilité mâle (effet sur le nombre de spermatozoïdes, les épидидymes et la prostate) et femelle (diminution du nombre d'implantations et de la taille des portées, augmentation des pertes post-implantatoires) ont été mis en évidence dans une étude sur deux générations. Aucun effet tératogène n'a été identifié, toutefois une étude présentant des limitations méthodologiques a montré des effets fœtotoxiques.</p>
Valeurs guide	L'éthanolamine ne fait l'objet d'aucune recommandation environnementale pour l'eau destinée à la consommation humaine (code de la santé publique - Arrêté du 11 janvier 2007, OMS).
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.16. ÉTHYLAMINE (N° CAS 75-04-7)

Éthylamine (n° CAS 75-04-7)	
Généralités	<p>L'éthylamine est un gaz incolore à forte odeur d'ammoniac (seuil olfactif de 0,03 à 1 ppm) qui est soluble dans l'eau, l'éthanol, et de nombreux solvants organiques. L'éthylamine est présente naturellement dans certaines plantes, dans la nourriture (40 mg/kg de radis rouge), la fumée de tabac et les déjections animales. L'éthylamine a de nombreuses utilisations industrielles.</p> <p>La population générale est exposée à l'éthylamine via l'air ambiant et la fumée du tabac ainsi que via l'alimentation et l'eau de boisson.</p>
Exposition aiguë	<p>L'éthylamine est une substance caustique qui peut provoquer de graves lésions cutanées, oculaires et respiratoires.</p> <p><u>Chez l'homme</u> : des effets à type d'irritation (yeux, nez, gorge, poumons) ont été décrits dès 25 ppm.</p> <p>Une détresse respiratoire survient pour des concentrations supérieures à 100 ppm. La vision de halos bleutés autour des points lumineux est la conséquence de l'œdème cornéen qu'une atmosphère chargée d'éthylamine peut provoquer. Le contact cutané ou oculaire entraîne des brûlures plus ou moins graves selon le produit, sa concentration en éthylamine et le temps de contact.</p>
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Effets non cancérogènes <p><u>Chez l'homme</u> : l'exposition prolongée en milieu professionnel à de solutions diluées peut entraîner des atteintes cutanées (dermatoses eczématiformes) et des manifestations asthmatiques.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : aucune donnée par voie orale n'est disponible. Par inhalation, en plus des effets locaux (irritations pulmonaires et oculaires), des effets ont été observés sur le cœur, le foie et les reins (lapins).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets cancérogènes <p>L'éthylamine n'a pas été évaluée par le CIRC (Centre international de recherche sur le cancer).</p> <p>Les tests de mutagénicité sur bactéries sont négatifs. Aucune étude de cancérogénicité n'est disponible.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets sur la reproduction <p>Aucune étude de reprotoxicité n'est disponible.</p>
Valeurs guide	<p>Aucune valeur réglementaire ou recommandation pour la concentration de l'éthylamine dans les eaux de consommation humaine n'est fixée par l'arrêté du 11 janvier 2007 (code de la santé publique), ni par l'OMS.</p>
Critère de non sélection	<p>Absence de VTR orale.</p>

2.8.17. FER (N° CAS 7439-89-6)

Fer (n° CAS 7439-89-6)	
Généralités	<p>Le fer est un élément essentiel pour l'homme. Les besoins quotidiens en fer dépendent de l'âge, du sexe, du statut physiologique et de la biodisponibilité du fer (variable selon sa forme et l'état physiologique), ils sont estimés de 10 à 50 mg/jour (OMS 2011). La carence en fer est un problème de santé publique majeur. <i>A contrario</i>, l'excès de fer est exceptionnel chez l'homme en raison de la régulation de son absorption (en moyenne seulement 10 % du fer total ingéré franchit la muqueuse intestinale).</p>

Fer (n° CAS 7439-89-6)	
Effets sur la santé	Les effets délétères d'une ingestion excessive de fer chez des sujets normaux n'ont pas été clairement établis. Les intoxications aiguës, secondaires à l'ingestion de sels ferreux ou ferriques sont presque toujours d'origine médicamenteuse. Les prises inférieures à 20 mg/kg p.c. de fer ne déclenchent pas de troubles et jusqu'à 60 mg/kg p.c. il s'agit d'intoxications bénignes. Le risque d'intoxication mortelle, malgré une prise en charge adaptée, ne survient que pour des ingestions de fer supérieures à 150 mg/kg p.c.
Valeurs guide	Le code de la santé publique (article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent : <ul style="list-style-type: none"> • une « référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine » de 200 µg/L ; • des « limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » avec une valeur guide de 0,1 mg/L de fer dissous et une valeur impérative de 0,3 mg/L pour le traitement A1, avec une valeur guide de 1 mg/L de fer dissous et une valeur impérative de 2 mg/L pour le traitement A2, avec une valeur guide de 1 mg/L de fer dissous pour le traitement A3. De plus, l'OMS ne propose pas de valeur guide fondée sur des critères sanitaires pour le fer
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.18. FORMIATES (N° CAS 64-18-6)

Formiates (n° CAS 64-18-6)	
Généralités	L'acide formique est naturellement produit par certains végétaux. Il est également synthétisé dans un but défensif par plusieurs insectes (fourmis, abeilles, bourdons...). C'est par ailleurs un intermédiaire du métabolisme humain. Dans l'industrie, l'acide formique est notamment utilisé dans l'industrie textile, du cuir, papetière, dans la galvanoplastie, dans la synthèse de formiates, d'insecticides, d'agents aromatisants et d'emballages alimentaires, comme détartrant domestique...
Exposition aiguë	<u>Chez l'homme</u> : l'acide formique en solution concentrée est corrosif. L'ingestion d'acide formique entraîne des lésions caustiques du tube digestif (irritations, ulcérations), des douleurs, des vomissements, une acidose métabolique et dans certains cas des troubles hémodynamiques, une hémolyse et une atteinte rénale. Des complications surviennent quelques jours après avec l'apparition d'une hémorragie digestive, d'une perforation œsophagienne ou gastrique, d'un choc, d'une aggravation de l'acidose métabolique, d'une coagulation intravasculaire disséminée, d'une détresse respiratoire ou encore d'une sténose digestive. C'est également un métabolite du méthanol à l'origine des atteintes du nerf optique observées lors des intoxications au méthanol. En cas d'inhalation, une atteinte pulmonaire avec œdème, syndrome de réactivité bronchique non spécifique et des lésions caustiques pulmonaires sont possibles. Par contact l'acide formique entraîne des lésions caustiques cutanées et oculaires. <u>Chez l'animal (rat, souris, lapin, chien, singe)</u> : la toxicité de l'acide formique est modérée par voie orale et faible par inhalation. Il entraîne par inhalation ou voie orale des effets neurologiques (ataxie, somnolence, coma et convulsions), cardiovasculaires (vasoconstriction puis vasodilatation et collapsus cardiovasculaire), rénaux (augmentation de la diurèse), atteinte des nerfs optiques, une acidose métabolique voire un effet méthémoglobinisant. Les DL ₅₀ par voie orale rapportées sont supérieures à 1 100 mg/kg chez le rat, 700 mg/kg chez la souris ou encore 4 000 mg/kg chez le chien. Les CL ₅₀ rapportées sont de 6 200 mg/m ³ pendant 15 minutes chez la souris et de 15 000 mg/m ³ pendant 15 minutes chez le rat.

Formiates (n° CAS 64-18-6)	
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité chronique non cancérigène <u>Chez l'homme</u> : des études chez des travailleurs exposés de manière chronique à l'acide formique ont montré des effets irritants, des troubles respiratoires et des troubles rénaux. <u>Chez l'animal (rat, souris)</u> : l'acide formique entraîne peu d'effets toxiques dans les études réalisées. Par voie orale, il entraîne une anorexie, un ralentissement de la croissance pondérale et l'altération du fonctionnement de certaines enzymes hépatiques, rénales et cérébrales. Par inhalation, il entraîne une irritation de l'appareil respiratoire et de légères modifications hématologiques et biochimiques. Cette faible toxicité chez les rongeurs pourrait être liée à leur faculté à métaboliser rapidement l'acide formique en CO₂. • Cancérogénicité et muta-génotoxicité <u>Chez l'homme</u> : aucune donnée n'a été identifiée. <u>Chez l'animal (rat, souris)</u> : les quelques études disponibles n'ont pas mis en évidence d'effets cancérigènes. Il n'est pas mutagène <i>in vitro</i> et <i>in vivo</i> et ne semble pas clastogène. • Reprotoxicité <u>Chez l'homme</u> : aucune donnée n'a été identifiée. <u>Chez l'animal (rat, souris, lapin)</u> : par voie orale ou inhalation l'acide formique n'entraîne pas d'effet sur la fertilité et les organes reproducteurs. <i>In vivo</i>, les études ne montrent pas d'effets embryo-foetotoxiques, tératogènes ou sur le développement. <i>In vitro</i> l'acide formique induit des retards de croissance et du développement sur culture d'embryon de rongeurs.
Valeurs guide	Les formiates ne font l'objet d'aucune recommandation environnementale pour l'eau destinée à la consommation humaine (code de la santé publique - Arrêté du 11 janvier 2007, OMS).
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.19. FORMOL (N° CAS 50-00-0)

Formol (n° CAS 50-00-0)	
Généralités	<p>Du fait de ses caractéristiques chimiques et toxicocinétiques (solubilité dans l'eau, forte réactivité avec les macromolécules, métabolisme rapide), une exposition au formol (ou formaldéhyde) par voie respiratoire entraîne une toxicité locale.</p> <p>Des effets irritants au niveau du site de contact, soit les yeux et les voies aériennes supérieures, sont mis en évidence pour des expositions aiguës et chroniques.</p>
Exposition aiguë	Des effets irritants au niveau du site de contact, soit les yeux et les voies aériennes supérieures, sont mis en évidence pour des expositions aiguës.
Exposition chronique	<p>Des effets irritants au niveau du site de contact, soit les yeux et les voies aériennes supérieures, sont mis en évidence pour des expositions chroniques.</p> <p>Le formaldéhyde est cancérigène également au niveau du site de contact. Il a été reclassé en catégorie 1 par le CIRC en 2004 sur la base des données observées sur les cancers du nasopharynx.</p> <p>L'hypothèse de l'existence d'un seuil de toxicité pour les cancers du nasopharynx est suggérée et est confortée par la présence de mécanismes de défense locaux, actifs à faible dose et inactivés ou dépassés à des concentrations plus fortes. Ceci implique que les effets irritants, apparaissant à des doses plus faibles que les cancers, sont à considérer en premier lieu pour la protection de la santé publique.</p>

Formol (n° CAS 50-00-0)	
	Il est enfin de plus en plus suggéré que de faibles expositions au formaldéhyde pourraient accroître, à long terme, le risque de développer des pathologies asthmatiques et des sensibilisations allergiques, bien que les études soient encore parcellaires pour permettre d'identifier un lien de causalité. De même, il pourrait y avoir une sensibilité particulière chez les enfants mais les études l'ayant suggéré comportent un certain nombre de biais de confusion.
Valeurs guide	<p>L'OMS propose une valeur guide pour l'air intérieur de 100 µg/m³ pour 30 minutes d'exposition (2010).</p> <p>L'ANSES propose les valeurs guide pour l'air intérieur suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 50 µg/m³ pour une exposition court terme de 2 heures ; • 10 µg/m³ pour une exposition à long terme.

2.8.20. GLYCOLATES (N° CAS 79-14-1)

Glycolates (n° CAS 79-14-1)	
Généralités	<p>L'acide glycolique est naturellement présent dans de nombreuses plantes puisque produit lors de la photosynthèse et est également présent dans le corps humain (catabolisme de certains neurotransmetteurs...).</p> <p>Dans l'industrie, il est utilisé pour le traitement des textiles, cuirs et métaux, la fabrication d'adhésifs, la teinture, la galvanoplastie, dans le décapage, le nettoyage et le broyage chimique des métaux, comme ajusteur de pH, dans certains produits ménagers comme désinfectant, dans des produits cosmétiques comme exfoliant ou encore dans certains médicaments.</p>
Exposition aiguë	<p><u>Chez l'homme</u> : aucun cas d'intoxication aiguë à l'acide glycolique n'a été identifié, cependant l'acide glycolique est le principal métabolite de l'éthylène glycol pour lequel de nombreux cas ont été rapportés. Ces intoxications se caractérisent par une acidose métabolique, une défaillance cardiopulmonaire et une insuffisance rénale, la dose létale pour l'éthylène glycol étant approximativement de 1 600 mg/kg PC.</p> <p>En fonction de leur pH, les solutions d'acide glycolique peuvent être corrosives ou irritantes pour la peau, les yeux et l'appareil respiratoire. Ainsi, selon le NICNAS (organisme étatique australien), une solution ou une formulation < 20 % d'acide glycolique à pH > 3,8 n'est pas irritante.</p> <p>L'acide glycolique n'est pas phototoxique ni sensibilisant ou photosensibilisant.</p> <p><u>Chez l'animal (rat, souris, chat, cochon d'inde)</u> : l'acide glycolique a une toxicité aiguë relativement faible. En effet, les DL50 rapportées sont respectivement de 2 000 mg/kg chez la souris, 1 920 mg/kg chez le cochon d'inde et ≥ 1 357 mg/kg chez le rat et les CL₅₀ chez le rat sont supérieures à 2 520 mg/m³ (2,5 mg/L) chez les mâles et > 3 640 mg/m³ (> 3,6 mg/L) chez les femelles. Les principaux effets associés aux décès sont des effets d'irritation/corrosion digestifs (ulcérations, irritations et hémorragies digestives, vomissements, anorexie...) ou respiratoires (irritation, inflammations, ulcérations, difficultés respiratoires...) selon la voie d'exposition, des signes d'altération générale (ataxie, prostrations...), hépatiques (nécroses hépatocellulaires de la région para-portale) et rénaux (néphrite interstitielle, présence de cristaux d'oxalate de calcium, insuffisance rénale).</p>

Glycolates (n° CAS 79-14-1)	
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité chronique non cancérigène <p><u>Chez l'homme</u> : l'application chronique de produits contenant de l'acide glycolique (cosmétiques) est associée à des effets cutanés (sensation cuisante, démangeaisons, irritations, érythèmes...). Aucune donnée spécifique à l'acide glycolique pour la voie orale et respiratoire n'a été identifiée.</p> <p><u>Chez l'animal (rat, souris, lapin, chien)</u> : l'acide glycolique entraîne suite à une exposition chronique par voie orale une altération du métabolisme des lipides (augmentation du catabolisme des triglycérides et des lipides neutres et phospholipides, augmentation du niveau de cholestérol) et des effets rénaux (néphropathie liée à la formation de cristaux d'oxalate, hydronéphrose unilatérale...). Par inhalation, les effets observés sont des effets hépatiques (légère dégénérescence hépatocellulaire, augmentation des ALAT et ASAT, diminution des protéines plasmatiques...), thymiques (atrophie et dégénérescence) et urinaires (diminution du volume et du pH urinaire).</p> • Cancérogénicité et muta-génotoxicité <p>Les résultats des études <i>in vitro</i> et <i>in vivo</i> ne mettent pas en évidence de potentiel génotoxique.</p> <p><u>Chez l'homme</u> : aucune donnée n'a été identifiée.</p> <p><u>Chez l'animal (souris)</u> : une étude de photo-cancérogénicité chez des souris sans poils a donné des résultats négatifs. Aucune autre donnée n'a été identifiée.</p> • Reprotoxicité <p><u>Chez l'homme</u> : aucune donnée n'a été identifiée.</p> <p><u>Chez l'animal (rat)</u> : peu d'études sont disponibles. Une seule étude s'intéressant aux effets sur la fertilité de l'acide glycolique a été identifiée et n'a pas montré d'effet, toutefois cette étude présente quelques insuffisances (absence d'analyse histologique des organes reproducteurs : testicules, épидidyme et ovaires). Deux études réalisées chez le rat ont mis en évidence des effets tératogènes avec notamment des malformations squelettiques ainsi qu'une diminution du poids des fœtus.</p>
Valeurs guide	Les glycolates ne font l'objet d'aucune recommandation environnementale pour l'eau destinée à la consommation humaine (code de la santé publique - Arrêté du 11 janvier 2007, OMS).
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.21. HEDP (N° CAS 2809-21-4)

HEDP (n° CAS 2809-21-4)	
Généralités	<p>L'HEDP appartient à la famille des acides alkylphosphoniques. Son sel conjugué est un phosphonate, composé couramment utilisé dans les produits d'entretien ménager pour leurs propriétés chélatantes et anti-tartre.</p> <p>Il a fait l'objet d'un rapport par l'HERA. Ce rapport est complet et fournit un certain nombre de données sur les dangers de cette substance.</p>
Effets des expositions aiguës	<p>Chez l'animal, il existe des informations sur la toxicité aiguë par voie orale de l'HEDP montrant une toxicité moyenne chez les rats et les souris ; les valeurs de DL50 orale variant entre 1 100 et 1 878 mg/kg (Younger Laboratories, 1965 et 1977 - Henkel KGaA).</p> <p>Il existe également des données suite à une exposition par voie cutanée montrant qu'aucune toxicité cutanée n'a été observée pour les doses les plus élevées testées de 4 764 mg/kg (Younger Laboratories, 1965 et 1977). Aucune donnée n'est disponible concernant la toxicité d'une exposition aiguë par inhalation.</p> <p>Sur la base des études citées ci-avant, l'HEDP est considéré comme non irritant pour la peau. Par un contact oculaire, il est considéré comme un irritant moyen à sévère suivant que les yeux des animaux soient rincés ou non rapidement.</p>
Effets des expositions chroniques	<p>La toxicité chronique de l'HEDP a été testée chez des chiens et des rats. Les NOAELs déterminés dans ces études (Industrial Biotest Labs Inc., 1975 et 1979) sont > 1 620 mg/kg/j (chiens/ femelles) et > 1 583 mg/kg/j (rat/males).</p> <p>L'HEDP ne montre pas de potentiel mutagène ou clastogène au vu des données disponibles (Monsanto, 1977 et Litton Bionetics, 1978). Il ne montre également pas de potentiel cancérigène (Bio/Dynamics Inc., 1979). Les études disponibles (Industrial Biotests Labs Inc, 1975 et 1979) suggèrent que l'HEDP n'est pas non plus toxique pour la reproduction ou le développement.</p>
Valeurs guide	Aucune valeur guide n'est disponible pour l'HEDP.
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.22. HYDRAZINE (N° CAS 302-01-2)

Hydrazine (n° CAS 302-01-2)													
Généralités	Excepté peut-être dans les plantes de tabac, il n'existe pas de source naturelle d'hydrazine. Dans l'industrie, l'hydrazine est principalement utilisée sous forme hydratée (1 mg d'hydrate d'hydrazine = 0,64 mg d'hydrazine).												
Exposition aiguë	<p><u>Chez l'homme</u> : les intoxications aiguës à l'hydrazine se manifestent par des symptômes hépatiques (cytolyse hépatique) et neurologiques (sommolence ou coma avec convulsions, ...), des troubles métaboliques (acidose métabolique, hypoglycémie) et une hémolyse.</p> <p>L'hydrazine est un corrosif et un irritant cutané, respiratoire et oculaire. Lors de l'ingestion par voie orale, on observe ainsi des troubles digestifs (vomissement).</p> <p><u>Chez l'animal</u> : les DL50 rapportées sont égales à 60 - 129 mg/kg p.c. chez le rat et 83 mg/kg chez la souris pour la voie orale.</p>												
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Effets non cancérogènes <p><u>Chez l'homme</u> : l'exposition orale chronique peut être à l'origine de nausées et vomissements. Ces effets peuvent être dus à une irritation directe du tractus digestif, mais ils pourraient aussi résulter indirectement d'effets sur le système nerveux central.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : les études ont montré essentiellement une hépatotoxicité, une dégénérescence graisseuse rénale et hépatique, des effets pulmonaires et une diminution du poids corporel.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets cancérogènes <p>Classement en termes de cancérogénèse</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Hydrazine</th> <th>Classe</th> <th>Signification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CIRC</td> <td>2B</td> <td>Cancérogène possible pour l'homme</td> </tr> <tr> <td>US-EPA</td> <td>B2</td> <td>Cancérogène probable sur la base de données suffisantes chez l'animal</td> </tr> <tr> <td>UE</td> <td>1B</td> <td>Peut provoquer le cancer</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Chez l'homme</u> : les rares études épidémiologiques chez l'homme ne permettent pas de conclure quant à la cancérogénicité de l'hydrazine.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : les études expérimentales ont fait la preuve du pouvoir cancérogène de l'hydrazine chez les animaux. Par ingestion, des hépatocarcinomes ont été observés chez le rat, le hamster et la souris. L'hydrazine est également responsable de tumeurs pulmonaires chez la souris et le rat.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets sur la reproduction <p><u>Chez l'homme</u> : aucune étude n'a été identifiée chez l'homme.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : chez les rates, par voie respiratoire, sous cutanée ou intra-péritonéale, l'hydrazine est foetotoxique (hypotrophie, mort in-utéro) et tératogène (malformations osseuses, rénales et cérébrales) à des doses qui sont toxiques pour la mère. Chez les rates, l'hydrazine peut être responsable d'une atrophie ovarienne et d'une endométrite. Chez le hamster, une exposition à l'hydrazine peut accélérer la diminution de la production de spermatozoïdes, phénomène associé à l'âge des animaux.</p>	Hydrazine	Classe	Signification	CIRC	2B	Cancérogène possible pour l'homme	US-EPA	B2	Cancérogène probable sur la base de données suffisantes chez l'animal	UE	1B	Peut provoquer le cancer
Hydrazine	Classe	Signification											
CIRC	2B	Cancérogène possible pour l'homme											
US-EPA	B2	Cancérogène probable sur la base de données suffisantes chez l'animal											
UE	1B	Peut provoquer le cancer											
Valeurs guide	Aucune valeur réglementaire ou recommandation pour la concentration d'hydrazine dans les eaux de consommation humaine n'est fixée par l'arrêté du 11 janvier 2007 (code de la santé publique), ni par l'OMS.												

2.8.23. LITHINE (N° CAS 1310-66-3)

Lithine (n° CAS 1310-66-3)	
Généralités et effets sur la santé	Dans l'eau, la lithine se dissocie en ions Li ⁺ et OH ⁻ . La toxicité du lithium est faible. Par voie orale, la DL50 pour de nombreuses espèces animales varie entre 400 et 1 200 mg/kg. La dose thérapeutique standard de carbonate de lithium est de 0,5 à 2 g/j (soit 8 à 32 mg/kg/j pour un poids de 62,5 kg). Des cas d'intoxications volontaires chez l'homme indiquent qu'une dose de 12 à 60 g (soit 192 à 960 mg/kg/j pour un poids de 62,5 kg) entraîne un coma et la mort.
Valeurs guide	Aucune valeur réglementaire ou recommandation pour la concentration de lithine dans les eaux de consommation humaine n'est fixée par l'arrêté du 11 janvier 2007 (code de la santé publique), ni par l'OMS.
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.24. MANGANÈSE (N° CAS 7439-96-5)

Manganèse (n° CAS 7439-96-5)										
Généralités	Le manganèse est un nutriment essentiel (oligoélément). Il intervient notamment dans la minéralisation des os, le métabolisme énergétique et la protection des cellules contre les radicaux libres. Les doses journalières considérées comme suffisantes et sans risque pour l'homme à partir de l'âge de 1 an sont de 1 à 5 mg/j et sont apportées par l'alimentation. L'absorption digestive du manganèse est faible, de 3 à 8 %, elle est toutefois plus importante chez les jeunes enfants, liée à celle du fer et du calcium.									
Effets sur la santé	<p>Le seul sel qui soit fréquemment responsable d'intoxication aiguë est le permanganate de potassium dont les effets sont liés au pouvoir oxydant et leur gravité dépend de la concentration de la solution ingérée.</p> <p>Les paillettes, étant caustiques, peuvent être responsables des lésions corrosives graves du tube digestif.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets non cancérogènes <p>En milieu professionnel et pour des expositions chroniques par voie respiratoire, des effets sur le système nerveux (encéphalopathie par atteinte des noyaux gris centraux, responsable du "parkinson manganique") ont été démontrés. D'autres atteintes ont été décrites : dermatoses, rhinites et asthme allergiques, atteintes hématologiques, neuropathies, hyperthyroïdies. Chez les animaux, des effets toxiques testiculaires ont été trouvés chez des rongeurs et des lapins (administration parentérale).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets cancérogènes <p><u>Classement en termes de cancérogénèse</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Manganèse</th> <th>Classe</th> <th>Signification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CIRC / UE</td> <td>/</td> <td>Non évalué</td> </tr> <tr> <td>US EPA</td> <td>D</td> <td>Non classifiable quant à sa cancérogénicité</td> </tr> </tbody> </table> <p>Concernant les pouvoirs cancérogène et mutagène du manganèse, les résultats sont irréguliers même si certains dérivés ont démontré un pouvoir mutagène <i>in vitro</i>. Les études sur rongeur (sulfate de manganèse) ont provoqué tantôt de légères augmentations de tumeurs (pancréas chez les rats mâles et adénome hypophysaire chez les femelles), tantôt une augmentation de tumeurs de la thyroïde chez les souris, alors que d'autres études n'ont pas mis de cancers en évidence.</p>	Manganèse	Classe	Signification	CIRC / UE	/	Non évalué	US EPA	D	Non classifiable quant à sa cancérogénicité
Manganèse	Classe	Signification								
CIRC / UE	/	Non évalué								
US EPA	D	Non classifiable quant à sa cancérogénicité								

Manganèse (n° CAS 7439-96-5)	
	<ul style="list-style-type: none"> • Effets sur la reproduction <p>Aucune donnée n'a été publiée concernant des effets sur la reproduction.</p>
Valeurs guide	<p>Le code de la santé publique (article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent une valeur « référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine » de 50 µg/L de manganèse.</p> <p>L'OMS n'a pas établi de valeur guide basée sur les effets sur la santé pour l'eau de boisson pour des raisons techniques. Par ailleurs, la valeur guide de 0,4 mg/L pouvant être dérivée à partir de l'apport journalier maximal recommandé de 11 mg/j produirait des dépôts noirâtres dans les canalisations.</p>

2.8.25. MÉTHYLAMINE (N° CAS 74-89-5)

Méthylamine (n° CAS 74-89-5)	
Généralités	<p>La méthylamine est une amine aliphatique. Il s'agit d'une substance alcaline dont le seuil olfactif de détection est très bas (à partir de 0,01 ppm), à type d'odeur de poisson ou ammoniacale à plus forte concentration. Elle est bien absorbée par voie orale et par inhalation. Elle est naturellement produite par l'organisme (sources endogènes).</p> <p>La méthylamine est présente dans une large gamme de légumes et de produits alimentaires courants (de quelques mg à plusieurs dizaines de mg/kg).</p>
Exposition aiguë	<p>Les amines aliphatiques sont caractérisées par leur pouvoir fortement irritant. La gravité des effets locaux (localisation, profondeur...) dépend de la concentration et de la quantité ingérée pour la voie orale. Plus la concentration et la quantité sont élevées, plus les lésions sont sévères.</p> <p>Les DL50 (Dose Létale médiane) varient de 80 mg/kg p.c. (rates adultes) à 375 mg/kg (jeunes rats mâles).</p>
Exposition chronique	<p>La méthylamine étant produite par l'organisme humain (production dite endogène), son action sur diverses maladies chronique a été étudiée (complications cardiovasculaires du diabète...).</p> <p>Des effets sur l'appétit ont été observés chez des rats par voie orale. Des effets sur le cholestérol, le foie et le sang ont été observés chez les rats par inhalation.</p> <p>Les études de développement n'ont pas montré de toxicité maternofoetale pour des doses allant jusqu'à 3 mmol / kg p.c. (souris).</p> <p>Les tests de génotoxicité sont négatifs.</p>
Valeurs guide	<p>La méthylamine ne fait l'objet d'aucune recommandation environnementale pour l'eau destinée à la consommation humaine (code de la santé publique - arrêté du 11 janvier 2007, OMS).</p>
Critère de non sélection	<p>Absence de VTR orale.</p>

2.8.26. NICKEL (N° CAS 7440-02-0)

Nickel (n° CAS 7440-02-0)													
	<p>Le nickel est naturellement présent dans les sols, l'eau, l'air et les aliments. La population générale est principalement exposée par les aliments (en particulier les légumes et céréales). Les apports moyens en nickel liés à l'alimentation semblent inférieurs à 0,2 mg/j. La contribution de l'eau de boisson à ces apports est estimée entre 2 et 11 % par l'OMS. Les expositions professionnelles sont essentiellement respiratoires.</p> <p>Le nickel et ses composés solubles sont absorbés aussi bien par voie respiratoire que par voie orale, son absorption est négligeable pour la voie cutanée. Pour la voie orale le nickel passe mieux dans le sang à partir de l'eau que des aliments.</p> <p>Les principaux organes cibles sont les poumons (organe cible principal en cas d'exposition par inhalation) et les reins, suivis de la thyroïde, du cœur, du foie, du cerveau, de la rate et du pancréas.</p>												
Exposition aiguë	<p>Peu de données relatives à la toxicité aiguë sont disponibles chez l'homme. Par voie orale, il a été rapporté des troubles digestifs (diarrhée, vomissement, irritation digestives...) et dans le cas d'expositions plus sévères la survenue d'effets neurologiques (céphalées, asthénie...). Un décès par arrêt cardiaque d'un enfant de 2 ans a été observé suite à l'ingestion accidentelle d'une forte quantité de nickel. Chez l'animal (rat, lapin), des effets rénaux ont également été rapportés dans plusieurs études.</p>												
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Effets non cancérogènes <p>Par voie orale, les principaux effets observés chez l'animal sont des effets pulmonaires, gastro-intestinaux (irritations, ulcérations...) et rénaux (polyurie, augmentation du poids des reins...). Des effets neurologiques (léthargie, diminution de la température corporelle, respiration irrégulière...) ont également été observés.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets cancérogènes <p><u>Classement en termes de cancérogénèse</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nickel</th> <th>Classe</th> <th>Signification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CIRC</td> <td>2B 1</td> <td>Nickel métal et alliage : Cancérogène possible Composés du nickel : Cancérogène avéré</td> </tr> <tr> <td>US EPA</td> <td>A</td> <td>Cancérogène</td> </tr> <tr> <td>UE</td> <td>/</td> <td>Susceptible de provoquer le cancer</td> </tr> </tbody> </table> <p>Par voie orale, aucune étude de cancérogénicité chez l'homme par voie orale ne semble avoir été réalisée.</p> <p>Par voie orale, peu d'études sont disponibles chez l'animal et il n'a pas été montré d'augmentation significative de l'incidence des tumeurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets sur la reproduction <p>Le nickel peut traverser la barrière placentaire sous forme ionisée.</p> <p>Le potentiel reprotoxique des composés de nickel n'est pas clairement établi chez l'homme.</p> <p>Par voie orale, plusieurs études chez le rat ou la souris ont rapporté des effets toxiques sur le système reproducteur mâle avec certains composés de nickel (sulfate, chlorure ou nitrate). Concernant les femelles, un certain nombre d'études ont rapporté une diminution de la survie de la descendance des animaux exposés avant l'accouplement et pendant les périodes de gestation et de lactation. L'interprétation de ces données sont compliquées par la toxicité maternelle, survenant fréquemment aux doses utilisées. Des études semblent indiquer un possible potentiel tératogène du nickel et de ses composés solubles.</p>	Nickel	Classe	Signification	CIRC	2B 1	Nickel métal et alliage : Cancérogène possible Composés du nickel : Cancérogène avéré	US EPA	A	Cancérogène	UE	/	Susceptible de provoquer le cancer
Nickel	Classe	Signification											
CIRC	2B 1	Nickel métal et alliage : Cancérogène possible Composés du nickel : Cancérogène avéré											
US EPA	A	Cancérogène											
UE	/	Susceptible de provoquer le cancer											
Valeurs guide	<p>Le code de la santé publique (article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent la valeur « limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine » à 20 µg/L de nickel.</p> <p>L'OMS propose une valeur guide pour l'eau de boisson de 0,01 mg/L.</p>												

2.8.27. NITRATES (N° CAS 14797-55-8)

Nitrates (n° CAS 14797-55-8)													
Généralités	<p>Les nitrates font partie du cycle naturel de l'azote et sont donc présents partout dans l'environnement. Ils sont aussi produits pour servir d'engrais - à l'origine d'un enrichissement des eaux souterraines et de surface - comme additifs alimentaires, dans l'industrie chimique ou la fabrication d'explosifs. Leurs sels se présentent sous forme de cristaux incolores très solubles dans l'eau. Les populations humaines sont exposées aux nitrates via l'alimentation, dont 14 % pour l'eau de boisson. Un apport équivalent provient de la production naturelle de nitrates dans l'organisme humain.</p>												
Exposition aiguë	<p><u>Chez l'homme</u> : la toxicité du nitrate est principalement attribuable à sa réduction en nitrites. Des cas d'intoxication aiguë ont été rapportés chez l'adulte suite à une ingestion accidentelle d'importantes quantités de nitrates (≥ 33 mg/kg p.c.). Chez les nouveau-nés, des cas d'intoxications ont été observés pour des quantités ingérées plus faibles de nitrates ($\geq 1,5$ mg/kg).</p> <p><u>Chez l'animal</u> : la toxicité aiguë des nitrates est faible (DL50 par voie orale supérieure à 2 000 mg/kg pour le nitrate de sodium, le nitrate d'ammonium et le nitrate de potassium chez le rat et la souris).</p>												
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Effets non cancérogènes <p><u>Chez l'homme</u> : par voie orale, plusieurs études épidémiologiques, montrent que les nitrates peuvent altérer la fonction thyroïdienne.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : chez les rongeurs (rat, souris) la toxicité chronique par voie orale est faible. Les effets observés sont une diminution du gain de poids corporel et une altération de la fonction thyroïdienne.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets cancérogènes <p>Classement en termes de cancérogénèse</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nitrates*</th> <th>Classe</th> <th>Signification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CIRC</td> <td>2A</td> <td>Cancérogène probable</td> </tr> <tr> <td>US EPA</td> <td>/</td> <td>Non évalué</td> </tr> <tr> <td>UE</td> <td>/</td> <td>Non évalué</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Les nitrates ne seraient pas directement cancérogènes. En revanche, il semble que certaines formes de cancer puissent être associées à une exposition à des composés N-nitroso, en particulier les nitrosamines formées dans le tube digestif à partir des nitrates (ou des nitrites) (OMS, 1998). Cependant, les preuves épidémiologiques ne permettent pas actuellement de démontrer qu'il existe une association entre l'apport de nitrates et l'apparition de cancers chez l'homme.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets sur la reproduction <p><u>Chez l'homme</u> : les études disponibles ne permettent pas de conclure sur une association entre les nitrates et des effets reprotoxiques ou sur le développement.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : des effets sur la reproduction chez le cochon d'Inde ont été observés uniquement pour de très fortes doses (NOAEL = 10 g/L de nitrate de potassium). L'US-EPA considère qu'aucun effet significatif n'a été mis en évidence dans les diverses études chez l'animal (rats, souris, hamsters, lapins...) ayant testé les effets des nitrates sur la reproduction, les effets foetotoxiques ou le développement.</p>	Nitrates*	Classe	Signification	CIRC	2A	Cancérogène probable	US EPA	/	Non évalué	UE	/	Non évalué
Nitrates*	Classe	Signification											
CIRC	2A	Cancérogène probable											
US EPA	/	Non évalué											
UE	/	Non évalué											

Nitrates (n° CAS 14797-55-8)	
Valeurs guide	<p>Le code de la santé publique (article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une « limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine » de 50 mg/L, • une « limite de qualité des eaux brutes de toutes origines utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » de 50 ou 100 mg NO₃-L selon le type d'eau utilisé, • des « limites de qualité des eaux douces utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » avec une valeur guide de 25 mg/L et impérative de 50 mg/L pour le traitement A1 et des valeurs guide de 50 mg/L pour les traitements A2 et A3. <p>L'OMS recommande la valeur guide de 50 mg NO₃/L pour l'eau de boisson.</p>

2.8.28. OXALATES (N° CAS 144-62-7)

Oxalates (n° CAS 144-62-7)	
Généralités	<p>L'acide oxalique est naturellement présent dans les plantes (entre 5 mg et 200 g/kg de matière sèche) et est également produit de manière endogène chez les mammifères, étant le métabolite final du métabolisme de différents acides aminés ainsi que du glycolate et de l'acide ascorbique (vitamine C).</p> <p>Dans l'industrie, il est utilisé pour le blanchiment des textiles, du cuir ou encore du papier, le traitement des métaux, le polissage du marbre, comme agent détartrant, intermédiaire de synthèse ou dans la lutte contre le varroa en apiculture.</p>
Exposition aiguë	<p><u>Chez l'homme</u> : les solutions pures ou concentrées d'acide oxalique sont corrosives, les solutions moins concentrées sont irritantes pour la peau, les yeux et les voies respiratoires. Les intoxications aiguës par voie orale se manifestent par des effets corrosifs sur le tube digestif (pouvant évoluer vers une hémorragie, une perforation oesophagienne ou gastrique, un choc, une acidose métabolique intense et/ou une coagulation intravasculaire disséminée ou une détresse respiratoire), une hypocalcémie (responsable de paresthésies, myoclonies, convulsions et des anomalies de l'électrocardiogramme à type de troubles de la conduction et de la repolarisation) et une insuffisance rénale due à la précipitation tubulaire de cristaux d'oxalate de calcium et/ou aux troubles hémodynamiques compliquant les lésions caustiques. Les intoxications mortelles surviennent dès 30 g d'acide oxalique, le décès étant consécutif à une perforation digestive, à une hémorragie massive ou, plus souvent, à un arrêt cardiaque par asystolie ou fibrillation ventriculaire.</p> <p><u>Chez l'animal (rat, lapin, chien)</u> : les effets sont similaires à ceux observés chez l'humain avec formation de cristaux rénaux et hypocalcémie. Les DL₅₀ rapportées pour la voie orale sont de 375 et 475 mg/kg chez le rat et supérieure à 1 000 mg/kg chez le chien. La DL₅₀ pour la voie cutanée chez le lapin est de 20 000 mg/kg.</p>

Oxalates (n° CAS 144-62-7)	
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité chronique non cancérigène <p><u>Chez l'homme</u> : l'exposition cutanée chronique à l'acide oxalique entraîne des lésions caustiques et des ongles noirâtres et cassants. Par ailleurs, elle peut entraîner une asthénie, de l'anxiété, de l'irritabilité, des vomissements, un amaigrissement, une toux et une peau sèche. L'exposition chronique à l'acide oxalique entraîne des effets similaires à ceux de l'hyperoxalurie primitive à savoir des lithiases urinaires d'oxalates de calcium, une néphrocalcinose, une insuffisance rénale, des atteintes articulaires, une hyperuricémie, une ostéomalacie, une hyperparathyroïdie secondaire, des troubles de la conduction cardiaque, une neuropathie périphérique et des dépôts d'oxalate de sodium dans tous les tissus.</p> <p><u>Chez l'animal (rat)</u> : les effets observés correspondent à une altération de l'état général avec une diminution du gain de poids, des effets néphrotoxiques (hématurie, présence de cristaux d'oxalate dans les reins...) et thyroïdiens ce qui correspond à un mode d'action de perturbation endocrinienne (diminution du poids de la glande, diminution de la fixation de l'iode et élévation de la concentration plasmatique de TSH).</p> • Cancérogénicité et muta-génotoxicité <p>Les résultats des études réalisées <i>in vitro</i> ne mettent pas en évidence de potentiel génotoxique</p> <p><u>Chez l'homme</u> : aucune donnée n'a été identifiée.</p> <p><u>Chez l'animal (rat)</u> : une étude de cancérogénicité par voie orale de 2 ans chez le rat n'a pas mis en évidence d'effet cancérogène pour des doses allant jusqu'à 600 mg/kg/j.</p> • Reprotoxicité <p><u>Chez l'homme</u> : aucune donnée n'a été identifiée.</p> <p><u>Chez l'animal (rat, souris, mouton)</u> : peu d'études sont disponibles. Chez la souris et le rat des effets sur les fonctions reproductrices et la fertilité (arrêt de l'oestrus, diminution des ovaires, des testicules et de la prostate, augmentation du nombre de spermatozoïdes anormaux et diminution du nombre de portées, diminution du poids des nouveau-nés, diminution du nombre de nouveau-nés vivants par portées...) ont été observés, ceci n'a pas été observé chez le lapin. Aucun effet tératogène n'a été mis en évidence chez le rat et le mouton.</p>
Valeurs guide	Les oxalates ne font l'objet d'aucune recommandation environnementale pour l'eau destinée à la consommation humaine (code de la santé publique - arrêté du 11 janvier 2007, OMS).
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.29. PHOSPHATES

Phosphates	
Généralités	L'ion phosphate est naturellement présent dans l'organisme et intervient dans de nombreuses réactions métaboliques et enzymatiques.
Valeurs guide	Les phosphates ne font l'objet d'aucune recommandation environnementale pour l'eau destinée à la consommation humaine (code de la santé publique - arrêté du 11 janvier 2007, OMS).
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.30. PHOSPHITES (ACIDE PHOSPHOREUX N° CAS 10294-56-1)

Phosphites	
Généralités	<p>Le terme « acide phosphoreux » est employé pour désigner le mélange de deux tautomères (molécules chimiques brute et de formule développée différente - isomères - interconvertibles par réaction chimique réversible) en équilibre : l'acide phosphoreux proprement dit (P(OH)₃, CASRN 10294-56-1) et l'acide phosphonique (HPO(OH)₂, CASRN 13598-36-2). L'équilibre entre ces deux tautomères est très en faveur de la forme phosphonique.</p> <p>L'acide phosphoreux est utilisé pour la production des sels et d'esters d'acide phosphoreux proprement dit, appelés phosphites, et d'acide phosphonique, appelés phosphonates. Ces sels et esters sont utilisés dans le traitement des eaux. En agriculture, les phosphonates (phosphonate de potassium, fosétyl-Al...) sont utilisés comme fongicides.</p> <p>L'acide phosphoreux, et donc son tautomère majoritaire l'acide phosphonique, est le principal métabolite de ces fongicides chez les plantes traitées et chez les animaux via la chaîne alimentaire. Suite à l'utilisation des produits fongicides, ceux-ci sont dégradés en acide phosphoreux qui est lui-même lentement oxydé en phosphate. Des études montrent qu'une accumulation d'acide phosphoreux est ainsi possible dans les sols (EFSA, 2005). Dans l'eau, l'acide provenant de la dégradation des produits fongiques est rapidement adsorbé dans les sédiments où il est lentement oxydé en phosphate.</p> <p>Aucune donnée concernant les concentrations environnementales ne semble disponible.</p>
Exposition aiguë	<p><u>Chez l'homme</u> : par contact direct l'acide phosphoreux est un irritant cutané et oculaire. Par inhalation, il est irritant respiratoire et peut entraîner de la toux, une respiration sifflante et un essoufflement. Ce n'est pas un sensibilisant cutané.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : par voie orale, la DL50 de l'acide phosphoreux déterminée chez la souris est de 1 700 mg/kg de poids corporel (Toksikologicheskii, 1995) et de 1 895 mg/kg de poids corporel chez le rat (Gigienai, 1991).</p> <p>Par voie cutanée, la DL50 de l'acide phosphoreux déterminée chez le rat est de 1 650 mg/kg de poids corporel et la LC50 est supérieure à 6,14 mg/l (EFSA, 2005).</p>
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité chronique non cancérogène <p><u>Chez l'homme</u> : il a été rapporté que, suite à une exposition par inhalation prolongé, l'acide phosphoreux du fait de son potentiel irritant, peut être responsable de bronchites avec toux, glaires et essoufflement.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : lors d'une étude par voie orale réalisée chez le rat de 90 jours réalisée dans le cadre de l'évaluation toxicologique du fosétyl-Al, une dose sans effet (NOAEL) de 400 mg/kg de poids corporel/jour a été déterminé sur la base des effets suivants : selles molles, augmentation de la consommation hydrique et une excrétion urinaire de sodium augmentée à 2 000 mg/kg de poids corporel/jour.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cancérogénicité et muta-génotoxicité <p>Lors d'une évaluation de risque sur le fosétyl-Al, l'acide phosphoreux en tant que principal métabolite a fait l'objet de tests <i>in vivo</i> et <i>in vitro</i> de génotoxicité qui n'ont pas montré de potentiel génotoxique significatif ("non précisé").</p> <p><u>Chez l'homme</u> : aucune étude de cancérogénicité chez l'homme ne semble disponible dans la littérature.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : une étude de 117 semaine par administration voie orale chez le rat d'acide phosphoreux a été réalisée dans le cadre de l'évaluation toxicologique des métabolites du fosétyl-Al. Cette étude n'a pas mis en évidence de potentiel cancérogène. Aucun effet toxique majeur n'a été observé au cours de cette étude même aux fortes doses (EFSA, 2005).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reprotoxicité <p>Aucune étude de reprotoxicité ne semble disponible dans la littérature en ce qui concerne l'acide phosphoreux.</p>

Phosphites	
	Selon les informations disponibles sur les produits fongicides à base de sels d'acides phosphoreux (phosphonate de potassium, fosétyl-Al...), il est peu probable que l'acide phosphoreux ait des effets reprotoxiques.
Valeurs guide	Aucune valeur guide n'a été recensée pour la phosphite (ou acide phosphoreux).
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.31. PLOMB (N° CAS 7439-92-1)

Plomb (n° CAS 7439-92-1)	
Généralités	<p>Le plomb (Pb) est un métal gris-bleuâtre, insoluble dans l'eau sous forme métallique. À l'état divalent, il peut former une large gamme de composés inorganiques ou organiques potentiellement solubles dans l'eau. Le plomb et ses composés sont naturellement présents dans l'eau, l'atmosphère et dans les sols.</p> <p>Dans l'environnement, le plomb est principalement présent sous forme inorganique à l'état divalent (Pb²⁺).</p> <p>Il existe de nombreuses sources anthropiques d'exposition du fait des nombreuses applications industrielles du plomb et de ses composés (en sidérurgie notamment).</p> <p>Indépendamment de ces rejets, le plomb peut être présent dans l'eau de boisson à des concentrations significatives, en lien avec le contenu en plomb des conduites d'eau et le degré d'acidité de l'eau.</p> <p>Les effets du plomb sur l'homme sont généralement identifiés à partir de la dose interne de plomb mesurée dans le sang (plombémie). Pour la voie orale, l'absorption est faible (entre 5 à 10 %) chez l'adulte mais est plus élevée chez le nouveau-né et l'enfant (de 50 % chez les moins de 2 ans à 20 % chez l'enfant de 10 ans). L'absorption cutanée du plomb et de ses composés est négligeable.</p>
Exposition aiguë	<p><u>Chez l'homme</u> : l'intoxication aiguë au plomb se manifeste 2 à 48 h après la prise par des troubles digestifs (douleurs abdominales, vomissements, diarrhées), rénaux (oligurie et insuffisance tubulaire rénale) et hématologiques (discrète hémolyse). En cas d'intoxication massive, des effets neurologiques graves peuvent être observés (encéphalopathie, signes d'hypertension intracrânienne, coma convulsif).</p>
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Effets non cancérogènes <p>L'intoxication chronique au plomb (saturnisme) cible de nombreux organes : les symptômes sont hématologiques (anémie), digestifs (douleurs abdominales, nausées, vomissements, colique saturnine), neurologiques (troubles de la mémoire, syndrome déficitaire focalisé, coma, convulsions, paralysies...), cardiovasculaires (hypertension), rénaux (néphropathie, insuffisance rénale) et immunologiques (diminution du nombre de lymphocytes T et des immunoglobulines sans susceptibilité particulière aux infections). Il est généralement admis que la plombémie est fortement corrélée aux effets toxiques du plomb. L'intoxication chronique au plomb (saturnisme) apparaît lorsque plombémie atteint 50 µg/L. Les effets les plus sensibles concernent le développement neurologique des enfants.</p>

Plomb (n° CAS 7439-92-1)																
	<ul style="list-style-type: none"> Effets cancérogènes <p>Classement en termes de cancérogénèse</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Plomb</th> <th>Classe</th> <th>Signification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">CIRC</td> <td>2</td> <td rowspan="3">Plomb : Cancérogène possible Plomb inorganique : Cancérogène probable Plomb organique : inclassable quant à la cancérogénicité</td> </tr> <tr> <td>2a</td> </tr> <tr> <td>3</td> </tr> <tr> <td>US EPA</td> <td>2b</td> <td>Cancérogène probable</td> </tr> <tr> <td>UE</td> <td>/</td> <td>Non évalué</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Chez l'homme</u> : selon les études réalisées par inhalation de composés inorganiques chez les travailleurs, le plomb pourrait être à l'origine de cancers gastriques et pulmonaires et de façon plus douteuse, de cancers rénaux et cérébraux.</p> <p><u>Chez l'animal (rat)</u> : le plomb à forte dose induit des tumeurs rénales.</p> <ul style="list-style-type: none"> Effets sur la reproduction <p>Le plomb a des effets sur la fertilité masculine et peut entraîner des retards de la puberté et augmenter le nombre d'avortements spontanés chez la femme. Le plomb est toxique pour le fœtus (fœtotoxicité). Bien que non établi chez l'homme, sa tératogénicité (induction de malformations) a été démontrée chez l'animal.</p>		Plomb	Classe	Signification	CIRC	2	Plomb : Cancérogène possible Plomb inorganique : Cancérogène probable Plomb organique : inclassable quant à la cancérogénicité	2a	3	US EPA	2b	Cancérogène probable	UE	/	Non évalué
Plomb	Classe	Signification														
CIRC	2	Plomb : Cancérogène possible Plomb inorganique : Cancérogène probable Plomb organique : inclassable quant à la cancérogénicité														
	2a															
	3															
US EPA	2b	Cancérogène probable														
UE	/	Non évalué														
Valeurs guide	<p>Le code de la santé publique (article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent :</p> <ul style="list-style-type: none"> une valeur « limite de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » à 10 µg/L, une « limite de qualité des eaux brutes de toutes origines utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » de 50 µg/L, une « limite de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » avec une valeur impérative de 10 µg/L pour le traitement A1 et des valeurs impératives de 50 µg/L pour les traitements A2 et A3. <p>L'OMS recommande une valeur de 10 µg/L dans l'eau de boisson.</p>															

2.8.32. POLYACRYLATES

L'un des anti-incrustants est susceptible de contenir du polyacrylate de sodium.

Anti-tartre organique (Polyacrylates)	
Généralités	Les polyacrylates sont des polymères d'acide acrylique, fournis le plus souvent sous forme d'une poudre blanche ou sous forme de gel, solubles dans l'eau. Ils sont utilisés comme épaississants, milieu de suspension, dispersants et émulsifiants dans de très nombreux produits : peintures, lubrifiants, encres, solvants, produits cosmétiques. Les sels d'acides polyacryliques neutralisés par le sodium (CASN 9003-04-7), les plus utilisés dans l'industrie, de formule $[-CH_2-CH(COONa)-]_n$ sont des mélanges de diverses chaînes de polymères. Ils sont identifiés notamment par leur poids moléculaire moyen. Les profils toxicologiques établis dans le rapport HERA (Human & Environmental Risk Assessment on ingredients of European household cleaning products) sont basés sur des polyacrylates de sodium de poids moléculaire moyen variés 1 000 à 90 000 g/mole voire non spécifié dans les études (HERA, Polycarboxylates used in détergent, part 1, 2014).
Exposition aiguë	La poussière de polyacrylate peut être irritante pour les yeux, les muqueuses et l'arbre respiratoire, sous d'autres formes les polyacrylates ne sont pas irritants. Ils ne sont pas sensibilisants dans des études cliniques chez l'homme, les études animales ne montrent pas non plus d'effet sensibilisant (HERA, polycarboxylates used in detergent, part 1, 2014). Les DL50 pour la voie orale chez les animaux sont élevées, supérieures à 1 g/kg p.c.j, le plus souvent de 2,5 à 10 g/kg p.c.j. Selon les Proceedings of the Scientific Section of the Toilet Goods Association. Vol. 20, Pg. 16, 1953, la DL50 chez le rat est même supérieure à 40 g/kg de poids corporel.
Exposition chronique	Par voie respiratoire, des lésions pulmonaires ont été observées chez les rats pour des expositions subchroniques de plusieurs dizaines de $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Des études de 4 à 13 semaines par inhalation chez des rats ont mis en évidence des NOEC de $0,2 \text{ mg}/\text{m}^3$ pour des effets pulmonaires de type irritation-inflammation sans effets systémiques pour des concentrations jusqu'à $21 \text{ mg}/\text{m}^3$ pendant 4 semaines et $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ pendant 13 semaines (HERA, polycarboxylates used in detergent, part 1 - 2014). Par voie orale, des études ont été réalisées chez des rats. Trois groupes de 10 rats mâles et femelles ont reçu 0 % (groupe témoin), 1 % et 5 % de FAVOR PAC dans leur alimentation pendant 32 jours. Aucun effet toxique n'a été observé, ainsi un NOAEL à 5 % de polyacrylate de sodium ajouté à la nourriture a été dérivé [Regul Toxicol Pharmacol. 2000 Dec ; 32(3):310-6]. Une étude chez 6 rats par voie orale d'une durée de 4 semaines n'a pas mis en évidence d'effet spécifique pour une dose de $1\,136 \text{ mg}/\text{kg.j}$. Tous les tests <i>in vitro</i> de muta- et génotoxicité effectués sont négatifs (TOXNET, EFSA).
Valeurs guide	Aucune valeur guide n'a été retrouvée, cependant une opinion scientifique de l'EFSA n'édicte aucune restriction quant à l'utilisation du polyacrylate de sodium en contact alimentaire (The EFSA Journal (2007) 555-563, 1-31). L'argumentaire repose sur la négativité des tests mutagènes <i>in vitro</i> ainsi qu'une étude par voie orale de 13 semaines chez des rats mettant en évidence un NOAEL de $500 \text{ mg}/\text{kg}$ poids corporel par jour
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.33. SODIUM

Sodium	
Généralités	<p>L'ion sodium est présent dans toutes les eaux. Les intrusions salines, les embruns marins, les eaux d'égouts et le sel utilisé pour le déneigement peuvent contribuer de façon significative à la présence de sodium dans l'eau.</p> <p>Chez l'homme, les aliments constituent la principale source de sodium, essentiellement sous forme de chlorures. Le sodium est naturellement présent dans tous les aliments et peut aussi être ajouté lors de leur préparation. En Europe occidentale et en Amérique du Nord, la consommation de chlorure de sodium est en moyenne de 10 g/jour, soit 4 g de sodium. Les personnes auxquelles un régime pauvre en sodium a été prescrit doivent limiter cette consommation à moins de 2 g/jour. L'eau potable contient généralement moins de 20 mg de sodium par litre, cette teneur peut être largement dépassée dans certaines régions.</p>
Valeurs guide	<p>Le code de la santé publique (article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une « référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine » de 200 mg/L, • une « limite de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » à 200 mg/L.
Critère de non sélection	Absence de VTR

2.8.34. SULFATES

Sulfates	
Généralités	<p>L'ion sulfate est un composé naturel des eaux de surfaces. Les effluents industriels et certains dépôts d'origine atmosphérique peuvent être des sources d'enrichissement en sulfates des eaux superficielles. Les concentrations les plus élevées se rencontrent généralement dans les eaux souterraines et sont d'origine naturelle.</p> <p>Aucune donnée n'a été trouvée sur la teneur en sulfates des denrées alimentaires ; toutefois, les sulfates sont utilisés comme additifs dans l'industrie alimentaire.</p> <p>Les quantités moyennes de sulfates apportées par l'eau de boisson, l'air et les aliments sont approximativement de 500 mg/j.</p>
Valeurs guide	<p>Le code de la santé publique (article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une « référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine » de 250 mg/L, • des « limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » avec une valeur guide de 150 mg/L et une valeur impérative de 250 mg/L pour les traitements A1, A2 et A3. <p>L'ion sulfate étant l'un des anions les moins toxiques, l'OMS ne propose pour l'eau de boisson aucune valeur guide fondée sur des critères de santé.</p>
Critère de non sélection	Absence de VTR orale.

2.8.35. ZINC (N° CAS 7440-66-6)

Zinc (n° CAS 7440-66-6)	
Généralités	<p>Le zinc est naturellement présent dans l'environnement, principalement dans le sol sous forme de sulfure de zinc (ZnS) dans les roches. Il possède de nombreuses applications industrielles. Il est notamment utilisé dans l'industrie métallurgique, monétaire, la construction, l'industrie automobile ou encore l'industrie chimique.</p> <p>Le zinc est un métal essentiel. Il est nécessaire à la croissance, le développement osseux et cérébral, la reproduction, le développement fœtal, le goût et l'odorat, les fonctions immunitaires et la cicatrisation.</p> <p>La population générale est principalement exposée au zinc via l'alimentation (aliments riches en protéines tels que la viande et le poisson) et dans une plus faible proportion via l'eau de boisson. On estime l'apport journalier moyen lié à l'alimentation à 12 mg/j et celui lié à l'eau à 13 µg/L. L'exposition par inhalation est considérée comme inférieure à 1 µg/j.</p>
Exposition aiguë	<p>Par voie orale, l'ingestion de chlorure de zinc entraîne des atteintes lésionnelles du tractus digestif. L'ingestion de fortes quantités de zinc métallique ou de sulfate de zinc entraîne des troubles digestifs pouvant être associés à des vertiges, une léthargie voire une difficulté à marcher.</p> <p>Le chlorure de zinc est corrosif pour la peau et l'œil.</p>
Exposition chronique	<ul style="list-style-type: none"> • Effets non cancérogènes <p>Par voie orale, l'ingestion chronique de zinc entraîne des effets digestifs (crampes abdominales, nausées, vomissements) liées à son caractère irritant, des effets dont certains - comme les anémies - sont liés aux carences en cuivre, un excès d'apport de zinc diminuant l'absorption intestinale du cuivre. Sont décrits des troubles immunitaires, pancréatiques et des anémies.</p> <p>Les données chez le travailleur indiquent qu'une exposition chronique au zinc par inhalation pourrait également entraîner des effets digestifs.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets cancérogènes <p>Le zinc et ses principaux composés n'ont pas été évalués par le CIRC. Les études <i>in vitro</i> et <i>in vivo</i> réalisées avec du chlorure de zinc ou du sulfate de zinc n'ont pas montré de potentiel mutagène, mais un faible pouvoir de rupture de l'ADN (clastogène).</p> <p><u>Chez l'animal (souris)</u> : aucune augmentation de l'incidence des tumeurs n'a été mise en évidence suite à des expositions par inhalation ou voie orale à du sulfate, de l'oxyde ou du chlorure de zinc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effets sur la reproduction <p><u>Chez l'homme</u> : les études réalisées chez des femmes supplémentées en zinc n'ont pas montré d'effet reprotoxique, contrairement aux carences en zinc. Chez l'animal (rat, souris), l'exposition à de fortes doses de zinc par voie orale durant la gestation entraîne des effets fœtotoxiques (augmentation du nombre de résorption post-implantatoires) et embryotoxiques (retards de croissance, diminution du poids corporel).</p>
Valeurs guide	<p>Le code de la santé publique (Cf. article R. 1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent les valeurs suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une « limite de qualité des eaux brutes de toutes origines utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » à 5 mg/L. • des « limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » avec une valeur guide de 0,5 mg/L et une valeur impérative de 3 mg/L pour le traitement A1 et une valeur guide de 1 mg/L et une valeur impérative de 5 mg/L pour les traitements A2 et A3. <p>L'OMS ne propose pas de valeur guide fondée sur des critères sanitaires, la présence de zinc dans l'eau de boisson étant jugée non préoccupante pour la santé aux concentrations relevées.</p>