

RAPPORT DE L'ASN

sur l'état de la sûreté nucléaire
et de la radioprotection en France en |2020|



L'Autorité de sûreté nucléaire présente
son rapport sur l'état de la sûreté nucléaire
et de la radioprotection en France en 2020.

Ce rapport est prévu par l'article L. 592-31
du code de l'environnement.

Il a été remis au Président de la République,
au Premier ministre et aux Présidents du Sénat
et de l'Assemblée nationale, et transmis
à l'Office parlementaire d'évaluation
des choix scientifiques et technologiques
en application de l'article précité.



AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Missions
Fonctionnement
Chiffres clés

Créée par la loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, l'ASN est une autorité administrative indépendante chargée du contrôle des activités nucléaires civiles en France.

L'ASN assure, au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement. Elle informe le public et contribue à des choix de société éclairés.

L'ASN décide et agit avec rigueur et discernement : son ambition est d'exercer un contrôle reconnu par les citoyens et constituant une référence internationale.

MISSIONS

RÉGLEMENTER

L'ASN contribue à l'élaboration de la réglementation, en donnant son avis au Gouvernement sur les projets de décret et d'arrêté ministériel et en prenant des décisions réglementaires à caractère technique. Elle s'assure que la réglementation est claire, accessible et proportionnée aux enjeux.

AUTORISER

L'ASN instruit l'ensemble des demandes d'autorisation individuelles des installations nucléaires. Elle accorde les autorisations, à l'exception des autorisations majeures des installations nucléaires de base (INB) telles que la création et le démantèlement. L'ASN délivre également les autorisations prévues par le code de la santé publique pour le nucléaire de proximité et accorde les autorisations ou agréments relatifs au transport de substances radioactives.

CONTRÔLER

L'ASN vérifie le respect des règles et des prescriptions auxquelles sont soumises les installations et activités entrant dans son champ de compétence. Depuis la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, les missions de l'ASN s'étendent à la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance. L'inspection représente l'activité de contrôle principale de l'ASN. Plus de 1500 inspections ont ainsi été réalisées en 2020 dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

L'ASN dispose de pouvoirs de coercition et de sanction gradués (mise en demeure, amende administrative, astreinte journalière, possibilité de procéder à des saisies, prélèvements ou consignations, etc.). L'amende administrative relève de la compétence d'une commission des sanctions placée au sein de l'ASN, respectant le principe de séparation des fonctions d'instruction et de jugement.

INFORMER

L'ASN rend compte de son activité au Parlement. Elle informe le public et les parties prenantes (associations de protection de l'environnement, commissions locales d'information, médias, etc.) de son activité et de l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France.

L'ASN permet à tout citoyen de participer à l'élaboration de ses décisions ayant une incidence sur l'environnement. Elle soutient l'action des commissions locales d'information placées auprès des installations nucléaires. Le site Internet *asn.fr* est le mode privilégié d'information de l'ASN.

EN CAS DE SITUATION D'URGENCE

L'ASN contrôle les opérations de mise en sûreté de l'installation prises par l'exploitant. Elle informe le public et ses homologues étrangères de la situation. L'ASN assiste le Gouvernement. En particulier, elle adresse aux autorités compétentes ses recommandations sur les mesures à prendre au titre de la sécurité civile.

UN CONTRÔLE D'ACTIVITÉS ET D'INSTALLATIONS DIVERSIFIÉES

Centrales nucléaires, gestion des déchets radioactifs, fabrication et retraitement de combustibles nucléaires, colis de substances radioactives, installations médicales, laboratoires de recherche, activités industrielles, etc., l'ASN contrôle un ensemble d'activités et d'installations très varié.

Ce contrôle porte sur :

- 56 réacteurs nucléaires⁽¹⁾ produisant 70 % de l'électricité consommée en France, ainsi que le réacteur EPR de Flamanville en construction ;
- environ 80 autres installations participant à des activités de recherche civile, à des activités de gestion de déchets radioactifs ou à des activités du « cycle du combustible » ;
- plus d'une trentaine d'installations définitivement arrêtées ou en démantèlement ;
- plusieurs milliers d'installations ou d'activités dans lesquelles sont utilisées des sources de rayonnements ionisants à des fins médicales, industrielles ou de recherche ;
- plusieurs centaines de milliers d'expéditions de substances radioactives réalisées annuellement sur le territoire national.

LE RECOURS À DES EXPERTS

Pour prendre ses décisions, l'ASN s'appuie sur des expertises techniques extérieures, notamment celles de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Le président de l'ASN est membre du conseil d'administration de l'IRSN. L'ASN sollicite également les avis et les recommandations de huit groupes permanents d'experts placés auprès d'elle et provenant d'horizons scientifiques et techniques divers.

* Au 30 juin 2020.

FONCTIONNEMENT

LE COLLÈGE

Le collège définit la politique générale de l'ASN en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Il est composé de cinq commissaires, dont le président, désignés pour 6 ans^(*).

Bernard DOROSZCZUK Président	Sylvie CADET-MERCIER^(**) Commissaire	Géraldine PINA JOMIR Commissaire	Lydie ÉVRARD^(**) Commissaire	Jean-Luc LACHAUME^(*) Commissaire
du 13 novembre 2018 au 12 novembre 2024	du 21 décembre 2016 au 9 décembre 2023	du 15 décembre 2020 au 9 décembre 2026	du 10 mars 2017 au 9 décembre 2023	du 21 décembre 2018 au 9 décembre 2026
↓ DÉSIGNÉS PAR le Président de la République			↓ DÉSIGNÉE PAR le Président du Sénat	↓ DÉSIGNÉ PAR le Président de l'Assemblée nationale

** Le code de l'environnement, modifié par la loi n° 2017-55 du 20 janvier 2017 portant statut général des autorités administratives indépendantes et des autorités publiques indépendantes, prévoit le renouvellement du collège de l'ASN à l'exception de son président, par moitié tous les trois ans. Le décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 (codifiant les dispositions applicables aux INB, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire) a prévu les dispositions transitoires utiles et modifié la durée des mandats de trois commissaires.*

*** Par décret du Président de la République en date du 21 avril 2021, Laure Tourjansky est nommée commissaire pour la durée du mandat restant à courir de Lydie Évard, appelée à d'autres fonctions.*

Impartialité

Les commissaires exercent leurs fonctions en toute impartialité sans recevoir d'instructions ni du Gouvernement ni d'aucune autre personne ou institution.

Indépendance

Les commissaires exercent leurs fonctions à temps plein. Leur mandat est d'une durée de six ans. Il n'est pas renouvelable. Il ne peut être mis fin aux fonctions d'un commissaire qu'en cas d'empêchement ou de démission constaté par le collège statuant à la majorité de ses membres. Le Président de la République peut mettre fin aux fonctions d'un membre du collège en cas de manquement grave à ses obligations.

Compétences

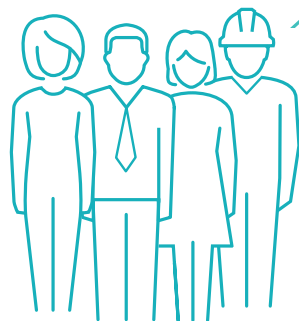
Le collège prend des décisions et rend des avis qui sont publiés au *Bulletin officiel* de l'ASN. Le collège définit la politique de contrôle de l'ASN. Le président nomme les inspecteurs de l'ASN. Le collège décide de l'ouverture des enquêtes après incident ou accident. Chaque année, il présente au Parlement le *Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France*. Son président rend compte des activités de l'ASN aux commissions compétentes de l'Assemblée nationale et du Sénat ainsi qu'à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Le collège définit la politique de relations extérieures de l'ASN au plan national et au plan international.

LES SERVICES

L'ASN dispose de services placés sous l'autorité de son président. Les services sont dirigés par un directeur général, nommé par le président de l'ASN. Ils assurent les missions de l'ASN au quotidien et préparent les projets d'avis et de décisions pour le collège de l'ASN. Ils se composent :

- **de services centraux, organisés par thématiques**, qui pilotent leur domaine d'activité à l'échelle nationale, tant sur les questions techniques que transverses (action internationale, préparation aux situations d'urgence, information des publics, affaires juridiques, ressources humaines et autres fonctions support). En particulier, ils préparent les projets de doctrine et de textes de portée générale, instruisent les dossiers techniques les plus complexes et les dossiers « génériques », c'est-à-dire se rapportant à plusieurs installations similaires ;
- **de onze divisions territoriales**, compétentes sur une ou plusieurs régions administratives, de façon à couvrir l'ensemble du territoire national et les collectivités territoriales d'outre-mer. Les divisions réalisent l'essentiel du contrôle de terrain sur les installations nucléaires, les transports de substances radioactives et les activités du nucléaire de proximité. Elles représentent l'ASN en région et contribuent à l'information du public dans leur périmètre géographique. Dans les situations d'urgence, les divisions assistent le préfet de département, responsable de la protection des populations, et assurent le contrôle des opérations de mise en sûreté de l'installation accidentée.

CHIFFRES CLÉS EN 2020



PERSONNEL

529 agents

dont

85%

de cadres

47%

de femmes

320

inspecteurs

65,77 M€

de budget pour l'ASN
(programme 181)

83 M€

de budget de l'IRSN
consacrés à l'expertise
pour l'ASN



BUDGET

9 réunions plénières et 3 consultations dématérialisées des groupes permanents d'experts

24 886

lettres de suite d'inspection disponibles sur *asn.fr* au 31 décembre 2020

198

avis techniques de l'IRSN rendus à l'ASN

1573

inspections dont 320 réalisées à distance

1651

autorisations individuelles d'installations ou d'activités délivrées



ACTIONS DE L'ASN*

9

conférences de presse



INFORMATION*

67

notes d'information

Près de

600

réponses aux sollicitations du public et des parties prenantes

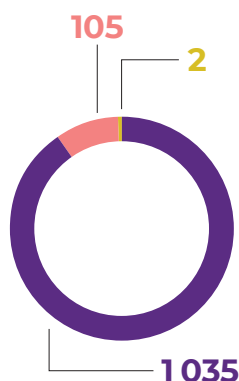
** Ces chiffres prennent en considération l'incidence de la pandémie de Covid-19 sur certaines activités de l'ASN.*

CHIFFRES CLÉS EN 2020

NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS CLASSÉS SUR L'ÉCHELLE INES(*)

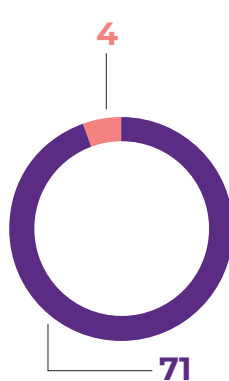
1142

événements dans les installations nucléaires de base



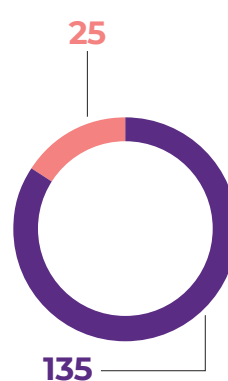
75

événements dans le transport de substances radioactives



160

événements dans le nucléaire de proximité (médical et industriel)

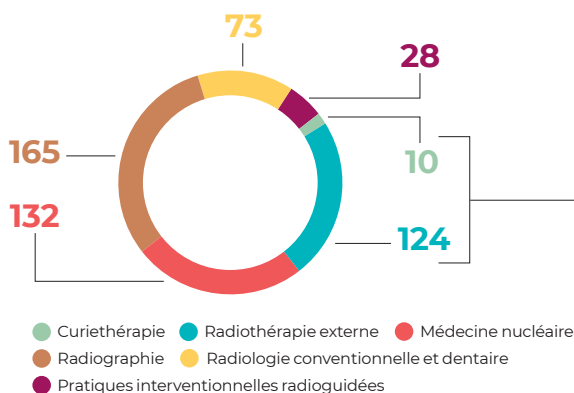


● Niveau 0 ● Niveau 1 ● Niveau 2

NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS DANS LE DOMAINE MÉDICAL(*)

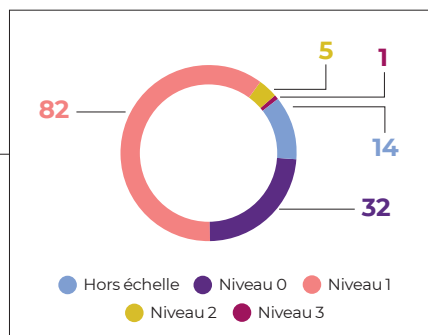
532

événements significatifs par domaine d'exposition



134

événements significatifs de radiothérapie externe et curiethérapie selon le classement sur l'échelle ASN-SFRO



* L'échelle internationale INES (International Nuclear and Radiological Event Scale) a été développée par l'AIEA afin d'expliquer au public l'importance d'un événement vis-à-vis de la sûreté ou de la radioprotection. Cette échelle est applicable aux événements survenant sur les INB et aux événements ayant des conséquences, potentielles ou réelles, sur la radioprotection du public et des travailleurs. Elle ne s'applique pas aux événements ayant un impact sur la radioprotection des patients, les critères habituellement utilisés pour classer les événements (dose reçue notamment) n'étant pas applicables dans ce cas.

Comme il était pertinent de pouvoir informer le public sur les événements de radiothérapie, l'ASN a développé, en lien étroit avec la Société française de radiothérapie oncologique, une échelle spécifique aux événements de radiothérapie (échelle ASN-SFRO).

Ces deux échelles couvrent un champ relativement large des événements de radioprotection, à l'exception des événements d'imagerie.

ORGANIGRAMME DE L'ASN

au 2 mars 2021

COLLÈGE

Président

Bernard Doroszczuk

Commissaires

Sylvie Cadet-Mercier
Lydie Évrard

Jean-Luc Lachaume
Géraldine Pina Jomir

Cheffe de cabinet

Sylvie Rodde

DIRECTION GÉNÉRALE

Directeur général

Olivier Gupta

Directeurs généraux adjoints

Julien Collet
Daniel Delalande
Anne-Cécile Rigail

Inspecteur en chef

Christophe Quintin

Directeur de cabinet

Vincent Cloître

Déontologue

Alain Dorison

DIRECTIONS

CENTRALES NUCLÉAIRES

Rémy Catteau

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION NUCLÉAIRES

Corinne Silvestri

DÉCHETS, INSTALLATIONS DE RECHERCHE ET DU CYCLE

Christophe Kassiotis

TRANSPORT ET SOURCES

Fabien Féron

RAYONNEMENTS IONISANTS ET SANTÉ

Carole Rousse

ENVIRONNEMENT ET SITUATIONS D'URGENCE

Olivier Rivière

AFFAIRES JURIDIQUES

Olivia Lahaye

INFORMATION, COMMUNICATION ET USAGES NUMÉRIQUES

Céline Acharian

RELATIONS INTERNATIONALES

Luc Chanial

SECRETARIAT GÉNÉRAL

Brigitte Rouède

MISSION EXPERTISE ET ANIMATION

Adeline Clos

MISSION DE SOUTIEN AU CONTRÔLE

Julien Husse

DIVISIONS

① BORDEAUX

Déléguée territoriale: Alice-Anne Médard
Chef de division: Simon Garnier

② CAEN

Délégué territorial: Olivier Morzelle
Chef de division: Adrien Manchon

③ CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE

Délégué territorial: Hervé Vanlaer
Chef de division: Mathieu Riquart

④ DIJON

Délégué territorial: Jean-Pierre Lestoille
Chef de division: Marc Champion

⑤ LILLE

Délégué territorial: Laurent Tapadinhas
Chef de division: Rémy Zmyslony

⑥ LYON

Délégué territorial: Jean-Philippe Deneuvey
Cheffe de division: Caroline Coutout

⑦ MARSEILLE

Déléguée territoriale: Corinne Tourasse
Chef de division: Bastien Lauras

⑧ NANTES

Déléguée territoriale: Annick Bonneville
Cheffe de division: Émilie Jambu

⑨ ORLÉANS

Délégué territorial: Hervé Brûlé
Chef de division: Arthur Neveu

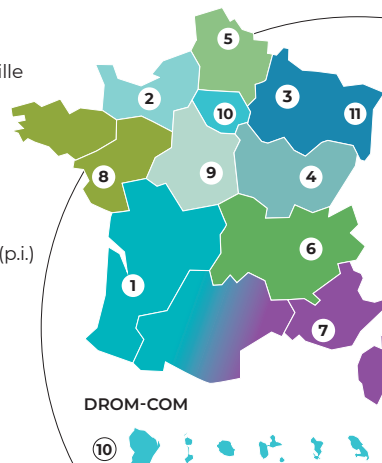
⑩ PARIS

Déléguée territoriale: Agathe Baltzer (p.i.)
Cheffe de division: Agathe Baltzer

⑪ STRASBOURG

Délégué territorial: Hervé Vanlaer
Chef de division: Pierre Bois

Les divisions de Caen et d'Orléans interviennent respectivement dans les régions Bretagne et Île-de-France pour le contrôle des seules INB. La division de Paris intervient dans les DROM.



DROM-COM

⑩

Compétence
Indépendance
Rigueur
Transparence



Suivez également l'ASN sur les réseaux sociaux



SOMMAIRE

Éditorial du collège	2
Éditorial du directeur général	8
Incidence de la Covid-19	12
Les appréciations de l'ASN	14
Faits marquants 2020	22
Actualités réglementaires	34
Le panorama régional de la sûreté nucléaire et de la radioprotection	38

Les activités nucléaires : rayonnements ionisants et risques pour la santé et l'environnement **100**

01

Le contrôle des activités nucléaires et des expositions aux rayonnements ionisants **146**

03

L'information des publics **184**

05

Les utilisations médicales des rayonnements ionisants **206**

07

Le transport de substances radioactives **268**

09

Les installations du « cycle du combustible nucléaire » **324**

11

Le démantèlement des installations nucléaires de base **342**

13

02 Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et les acteurs du contrôle **120**

02

04 Les situations d'urgence radiologique et post-accidentelles **172**

04

06 Les relations internationales **194**

06

08 Les sources de rayonnements ionisants et les utilisations industrielles, vétérinaires et en recherche de ces sources **238**

08

10 Les centrales nucléaires d'EDF **286**

10

12 Les installations nucléaires de recherche et industrielles diverses **334**

12

14 Les déchets radioactifs et les sites et sols pollués **358**

14

ANNEXE Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2020 **378**



AVIS AU LECTEUR

- Le contrôle des activités nucléaires de proximité (médical, recherche et industrie, transport) est présenté dans les chapitres 7, 8, 9.
- Seules les actualités réglementaires de l'année 2020 sont présentes dans cet ouvrage. L'ensemble de la réglementation est consultable sur asn.fr, rubrique « Réglementer ».

ÉDITORIAL DU COLLÈGE



UNE ADAPTATION DES ACTEURS DU NUCLÉAIRE DANS UN CONTEXTE HORS NORME

“ Tirer le retour d’expérience
de cette situation pour renforcer
la culture d’anticipation et de précaution ”

*De gauche à droite**:

Jean-Luc LACHAUME, Commissaire; **Lydie ÉVRARD**, Commissaire; **Bernard DOROSZCZUK**, Président;
Sylvie CADET-MERCIER, Commissaire; **Géraldine PINA JOMIR**, Commissaire

** Pour répondre aux contraintes sanitaires, les membres du Collège ont été photographiés individuellement.*

Montrouge, le 02 mars 2021

La crise liée à la pandémie de Covid-19 a profondément marqué l'année 2020. L'ASN estime que le niveau de sûreté et de radioprotection atteint est resté satisfaisant et que les responsables d'activités nucléaires ont su s'adapter et faire face à la situation.

En ce début d'année 2021, la crise sanitaire n'est toutefois pas terminée et il convient de rester prudent sur les enseignements à en tirer, dans un contexte qui reste incertain et évolutif.

L'ASN estime que cette situation soulève dès à présent des questions de nature systémique, qui pourraient se poser, dans les mêmes termes, en cas de crise nucléaire. C'est le cas notamment des relations de confiance des citoyens envers l'expertise scientifique et les autorités, et des conditions d'acceptabilité de mesures contraignantes de protection des populations.

Plus globalement, l'ASN estime que les premières analyses tirées des difficultés rencontrées lors de la crise sanitaire confirment le besoin impératif qu'elle a régulièrement souligné, de renforcer la culture d'anticipation et de précaution chez l'ensemble des acteurs concernés par le nucléaire.

Une adaptabilité des acteurs démontrée, mais une vigilance à maintenir

Dans un contexte inédit de crise, la capacité d'adaptation de l'ensemble des acteurs a constitué un point-clé pour la sûreté et la radioprotection. Elle s'est révélée satisfaisante, d'une part, les exploitants ont poursuivi les activités essentielles à l'approvisionnement du pays en électricité en maintenant un haut niveau de sûreté de leurs installations. D'autre part, les responsables d'activités nucléaires, notamment dans le secteur médical, ont fait preuve d'une grande réactivité et ont adapté leur organisation pour gérer la situation sanitaire et assurer la permanence des soins.

Toutefois, le report de nombreuses activités, intervenu au printemps 2020, conjugué à l'instauration, depuis l'automne, de nouvelles mesures de restrictions, a conduit à une période tendue, qui perdurera

bien au-delà de l'année 2020. La reprogrammation des arrêts des réacteurs pour tenir compte des besoins d'approvisionnement électrique en période hivernale et les effets domino qu'elle induit sur les années à venir créent des contraintes pour l'exploitation des centrales nucléaires, des tensions en matière de gestion des arrêts et de mobilisation des prestataires, et imposent une vigilance particulière au regard des exigences réglementaires. Dans le domaine médical, la gestion de la situation de crise sur la durée soulève, dans certains centres, des questions en matière de radioprotection des patients liées au manque de disponibilité ou à la surcharge de travail des professionnels médicaux. Dans ce contexte, l'ASN reste attentive aux dispositions prises pour assurer la sûreté et la radioprotection des activités, qu'elles soient de nature matérielle, organisationnelle ou humaine.





Enfin, l'ASN s'attache à tirer tous les enseignements durables de la gestion de cette crise, d'une part sur ses propres modalités de contrôle, en particulier en matière de complémentarité entre contrôles sur site et à distance, d'autre part sur les conditions permettant le maintien en son sein d'une approche collective, qui constitue un facteur-clé pour la qualité et la robustesse de son processus de décision.

Des capacités industrielles à mobiliser

La filière nucléaire devra, dans les cinq prochaines années, faire face à une montée en puissance significative de travaux indispensables à la sûreté des installations en exploitation.

À partir de 2021, quatre à cinq réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe) d'EDF feront chaque année l'objet de travaux importants du fait de leur quatrième visite décennale. Viendront s'ajouter de manière certaine à cette charge de travail les travaux indispensables à l'accroissement des capacités d'entreposage des combustibles usés, ainsi que ceux liés aux opérations prioritaires de conditionnement des déchets anciens et de démantèlement des installations.

L'ensemble de ces travaux conduira à augmenter notablement la charge de travail industrielle de la filière, avec une attention particulière à porter sur certains segments en tension, comme la mécanique ou l'ingénierie, tant chez les exploitants que les prestataires. La perspective de montée en charge des travaux sur le parc existant doit être un point de vigilance, mais constitue aussi une opportunité pour la filière nucléaire qui a souffert par le passé de l'absence de projets pour entretenir ses compétences.

Dans la période actuelle de crise sanitaire et économique, l'ASN estime que l'État et les donneurs d'ordres devraient porter une attention particulière au maintien des capacités industrielles des acteurs clés de la filière, notamment lorsque ces acteurs sont également exposés aux difficultés rencontrées dans d'autres secteurs de haute technologie, par exemple l'aéronautique.

Des résultats en matière de rigueur, de compétences et de qualité attendus dès 2021

Il y a un an, l'ASN avait appelé l'attention sur la nécessité de renforcer les compétences, la rigueur professionnelle et la qualité au sein de la filière nucléaire.

Les démarches engagées en 2020 dans le cadre du plan Excell d'EDF et au sein du Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire (GIFEN) traduisent une réelle mobilisation collective autour de ces enjeux. La réalisation correcte des opérations « du premier coup », la détection et le traitement rapide des non-conformités éventuelles, l'évaluation de la maturité des différentes phases des projets et la recherche d'une plus grande standardisation des équipements comme des programmes de travaux constituent des points clés de ces démarches.

L'ASN estime que les objectifs de montée en compétence, notamment en matière de soudage, ainsi que de renforcement de la rigueur dans la gestion des projets et dans la surveillance des activités vont dans le bon sens.

L'ASN sera attentive à ce que ces objectifs se traduisent en résultats tangibles dès 2021, notamment pour les installations en cours de construction comme le réacteur EPR de Flamanville, mais aussi pour les travaux liés au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe.

Des améliorations de sûreté ouvrant la perspective d'une poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe

Les objectifs retenus pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe sont ambitieux. Ils ont été définis au regard des objectifs de sûreté fixés pour les réacteurs de troisième génération, notamment l'EPR. Ils conduiront à une plus grande robustesse des installations face aux aléas naturels et à la réduction des conséquences radiologiques en cas d'accident, notamment avec fusion du cœur.

Afin d'atteindre ces objectifs, EDF a proposé de nombreuses modifications sur les installations, notamment pour améliorer la sûreté de la piscine d'entreposage du combustible, pour réduire le risque de fusion du cœur et pour limiter les rejets en cas d'accident grave. À l'issue de la phase générique du réexamen, l'ASN estime que la mise en œuvre des modifications proposées par EDF conduit à des améliorations significatives de la sûreté des installations. L'ASN prescrit la réalisation des améliorations majeures de la sûreté prévues par EDF ainsi que de certaines dispositions supplémentaires qu'elle considère comme nécessaires à l'atteinte des objectifs du réexamen.

Le déploiement des modifications proposées par EDF et des dispositions supplémentaires prescrites par l'ASN est réalisé en deux temps, afin de permettre à l'exploitant d'en maîtriser la mise en œuvre et de faciliter leur appropriation par les équipes de conduite. L'ASN s'est assurée que la majeure partie des améliorations de sûreté sont déployées dès la première phase, c'est-à-dire au moment de la visite décennale du réacteur.

L'ASN considère que ces améliorations de sûreté ouvrent la perspective d'une poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe pour les 10 ans suivant leur quatrième réexamen périodique.

D'ici 2031, EDF réalisera la phase spécifique du quatrième réexamen périodique de chacun des réacteurs de 900 MWe. Les dispositions proposées par EDF donneront alors lieu à une enquête publique. L'ASN soumettra ensuite à la consultation du public les projets de prescriptions qu'elle jugera nécessaires pour la poursuite du fonctionnement de chacun des réacteurs.

EPR de Flamanville, un projet complexe confronté à de nombreux aléas

L'ASN reste vigilante sur l'EPR de Flamanville, qui constitue un projet complexe, confronté à de nombreux aléas. Le programme important d'essais réalisés en vue de la mise en service du réacteur a montré globalement que les performances attendues des systèmes sont atteintes, mais a révélé l'existence d'écart dont certains nécessitent des modifications

de l'installation. Sur la base des essais réalisés sur les systèmes de sûreté de la piscine d'entreposage et des contrôles qu'elle a effectués, l'ASN a autorisé, en octobre 2020, l'arrivée du combustible nucléaire sur le site du réacteur EPR de Flamanville, qui est entreposé dans cette piscine.

Le contrôle des équipements de l'EPR a déjà mis en évidence de nombreux écarts par rapport à la qualité attendue. En conséquence, l'ASN a demandé à EDF d'effectuer une revue de la qualité des matériels du réacteur EPR de Flamanville. Pour ce qui concerne les circuits secondaires (tuyauteries d'évacuation de la vapeur et d'alimentation en eau des générateurs de vapeur), plus d'une centaine de soudures sont concernées par des écarts. EDF a prévu de réparer certaines de ces soudures et de justifier le maintien en l'état des autres. Les procédés de réparation ont été définis par EDF et font l'objet d'essais et de maquettes spécifiques dans le cadre de leur qualification. L'ASN donne son accord avant chaque étape de leur mise en œuvre. L'instruction des dossiers de justification de maintien en l'état par l'ASN inclut l'analyse des conséquences de l'écart relatif au non-respect des températures lors du détensionnement thermique des soudures.

L'ASN est particulièrement attentive au retour d'expérience acquis sur les EPR en Finlande et en Chine, qui met en exergue certains sujets nécessitant des investigations et instructions spécifiques. Il concerne notamment la corrosion sous contrainte sur les pilotes des soupapes sur le réacteur EPR d'Olkiluoto (Finlande), ainsi que les anomalies sur les distributions de puissance dans le cœur des EPR de Taishan (Chine).

Une période charnière pour prendre des décisions sur la gestion des matières et des déchets radioactifs

À la suite du débat public qui s'est tenu en 2019 pour préparer la prochaine édition du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), la ministre chargée de l'écologie et le président de l'ASN ont fixé, par la décision du 21 février 2020, les orientations de cette prochaine édition. ●●●



Le positionnement de l'ASN dans l'élaboration du plan, déjà questionné en 2018 par les pairs lors d'une mission de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), a également soulevé des interrogations lors du débat public. En accord avec le ministère de la Transition écologique, l'ASN a décidé de ne plus assurer la co-maîtrise d'ouvrage de ce plan, qui constitue un document de politique de gestion du ressort du Gouvernement.

L'ASN a recentré son action sur l'évaluation de l'existence et le contrôle des filières de gestion des déchets et des matières radioactifs, afin de s'assurer de leur sûreté. Ainsi, dans le cadre de la préparation du cinquième PNGMDR, l'ASN a émis plusieurs avis, organisés par filière de gestion, concernant les déchets de très faible activité, les déchets de faible activité à vie longue, les matières radioactives et les déchets de haute activité à vie longue. Un enjeu principal en ressort : renforcer la culture d'anticipation.

En matière de gestion des déchets, les plans précédents ont permis de développer de nombreuses études, de partager avec les parties prenantes un grand nombre de données et d'informations, pour faire un état des lieux des solutions possibles, de leurs avantages et de leurs inconvénients. Il s'agit maintenant d'avancer concrètement pour la mise en œuvre de ces filières. À défaut de choix ou de décisions dans la période de 5 ans couverte par le prochain PNGMDR, aucune filière de gestion ne sera opérationnelle dans les 20 ans qui viennent et notre pays ne pourra pas faire face aux besoins capacitaires de stockage des déchets générés par le démantèlement des installations, et par l'achèvement des opérations de reprise et de conditionnement des déchets anciens.

Pour ce qui concerne les matières, l'ASN s'est prononcée dans son avis sur les principes qui devraient guider cette culture d'anticipation. Ainsi, la valorisation d'une matière peut être considérée comme plausible si l'existence d'une filière industrielle d'utilisation de cette matière est réaliste à un horizon d'une trentaine d'années, et que cette valorisation porte sur des volumes cohérents avec les stocks de matière détenus et prévisibles. Pour toute perspective plus lointaine, il est nécessaire d'anticiper les besoins d'entreposage à long terme dans des conditions sûres, ainsi que la gestion possible de la substance radioactive en tant que déchet. En tout état de cause, l'absence de perspective d'utilisation à l'horizon d'une centaine d'années doit conduire à requalifier la substance en déchet.

Démantèlement et gestion des déchets anciens : des projets d'ampleur accumulant des retards

Les opérations de démantèlement constituent des projets de grande ampleur, du point de vue technique et organisationnel, qui se déroulent sur de longues périodes de temps, sur des installations qui évoluent. Il est à ce titre essentiel de ré-évaluer périodiquement les enjeux en matière de sûreté et de radioprotection.

Les constats effectués depuis plusieurs années montrent que l'enclenchement tardif du démantèlement d'installations anciennes complexifie notablement les opérations, et conduit à d'importants retards par rapport aux plannings prévus.

L'ASN a prescrit, en 2020, les prochaines étapes du démantèlement des six réacteurs de première génération de type uranium naturel-graphite-gaz, pour encadrer la réalisation d'opérations particulières et demander la transmission, pour 2022, des dossiers de démantèlement intégrant le nouveau scénario de démantèlement. Elle constate par ailleurs, des retards manifestes dans la mise en œuvre de la stratégie de gestion des déchets et de démantèlement des installations anciennes du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), sur laquelle l'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) s'étaient prononcés en 2019. Elle note chez Orano des améliorations, encore trop lentes, dans les opérations de reprise et de conditionnement des déchets radioactifs anciens.

Plus globalement, l'ASN a poursuivi sa démarche d'examen des dispositions prises par les exploitants pour assurer la gestion de leurs projets complexes, qu'elle considère essentielles pour que les démantèlements puissent progresser de façon satisfaisante.

Des défaillances organisationnelles et techniques encore à l'origine d'événements évitables dans le domaine médical

Même dans le contexte de crise sanitaire, la radioprotection dans le domaine médical s'est maintenue à un niveau satisfaisant. Les événements significatifs de radioprotection (ESR) de niveau 2 ou 3 restent très peu nombreux mais ils étaient évitables (erreur de côté, erreur de fractionnement des doses). La survenue de

ces ESR montre des défaillances organisationnelles et techniques, rappelant l'importance de la culture de radioprotection. La maîtrise de dispositifs de haute technologie reste délicate, d'une part pour leur prise en main, d'autre part lors de l'implémentation de nouvelles procédures. Des temps de formation adéquats sont indispensables pour leur appropriation par les équipes et ainsi éviter un mauvais paramétrage des logiciels, et une standardisation des procédures permettrait de réduire le risque de transmission de données erronées.

Anticiper et accompagner les innovations technologiques dans le domaine médical

Pour anticiper l'élargissement des indications thérapeutiques de médicaments radiopharmaceutiques marqués avec du lutétium-177 et l'augmentation du nombre de patients qui en bénéficieraient en France, l'ASN avait saisi le Groupe permanent d'experts en radioprotection pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants, placé auprès d'elle, pour actualiser les conditions de détention et d'administration de ces médicaments par les services de médecine nucléaire.

Cette démarche d'anticipation, menée en concertation avec les parties prenantes (dont la Société française de médecine nucléaire) et l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé a permis en 2020 la diffusion et l'accès sur tout le territoire à cette classe de médicaments tout en assurant de bonnes conditions de radioprotection pour les patients, les professionnels concernés et l'environnement (gestion des effluents contaminés).

De la préparation du post-accidentel au développement d'une culture de précaution

Par une lettre en date du 18 juin 2020, le Premier ministre a donné mandat à l'ASN de poursuivre, pour une durée de 5 ans, le pilotage des travaux du Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire (Codirpa). Ainsi le Codirpa, après s'être principalement intéressé aux conséquences d'un accident affectant une centrale nucléaire, traitera des cas d'accident entraînant des rejets radioactifs en milieu marin ainsi que des

accidents pouvant conduire à des rejets de radionucléides émetteurs alpha, qui nécessitent une gestion adaptée. De plus, le Codirpa, en tirant les enseignements des situations de crise, étendra son action afin de contribuer au développement d'une culture de radioprotection. Cette culture exige une association renforcée des acteurs territoriaux et de la population vivant à proximité des installations nucléaires, à la préparation des plans d'intervention, aux exercices et à la gestion de crise.

L'ASN estime que le retour d'expérience de la crise sanitaire et les travaux du Codirpa, avec l'appui de relais locaux, constitueront des éléments clés pour faire progresser une culture de précaution.

Le maintien des relations internationales assuré dans des formats adaptés

L'ASN a maintenu en 2020 ses actions de coopération internationale dans des formats adaptés. Après l'annulation ou le report sine die de toutes les grandes manifestations internationales au printemps 2020, des échanges se sont instaurés selon des formats virtuels, notamment pour partager les enseignements de la gestion de la crise sanitaire. Ces reports ont cependant pu conduire, à titre exceptionnel, à ne pas être en mesure de respecter pleinement certaines obligations. Tel fut le cas de la revue par les pairs, prévue tous les 3 ans par la Convention sur la sûreté nucléaire, menée sous l'égide de l'AIEA. Bien que la situation actuelle contraigne fortement les échanges, notamment informels, qui représentent une part très riche de la coopération internationale, le lien parvient à être maintenu grâce aux dynamiques pré-existantes et l'implication de l'ASN dans les événements qui s'organisent à distance. ●

ÉDITORIAL DU DIRECTEUR GÉNÉRAL

“ L’année 2020, de l’incertitude à l’accélération des transformations ”

Olivier GUPTA



Montrouge, le 2 mars 2021

En 2020, la crise sanitaire a mis à l'épreuve chacun d'entre nous. L'ASN et le secteur qu'elle contrôle ont eux aussi été soumis à des défis inédits. Notre institution y a fait face et a montré sa résilience.

Cette crise a été un puissant accélérateur des transformations déjà en cours, mais aussi, par l'inventivité qu'elle a nécessitée, le point de départ de nouvelles pratiques de contrôle.

Enfin, cette crise vient rappeler à l'ensemble des acteurs l'importance de l'anticipation et de la précaution, deux priorités de l'ASN depuis déjà plusieurs années. En ce qui la concerne, l'ASN en tirera les enseignements dans son prochain Plan stratégique pluriannuel.

La crise sanitaire, l'importance d'un fonctionnement résilient à l'ASN

L'annonce du premier confinement a laissé peu de temps de préparation, mais il était essentiel que l'ASN assure la continuité de son activité, pour ne pas ajouter à la crise sanitaire d'autres difficultés de court ou de long terme. Les centrales nucléaires ont poursuivi leur fonctionnement, il fallait donc continuer de les contrôler. Dans le domaine médical, de nombreux centres hospitaliers ont eu besoin d'obtenir en urgence des aménagements à leurs autorisations d'activité pour mobiliser des appareils (scanners essentiellement) pour le diagnostic des patients atteints de Covid-19. Enfin, il fallait poursuivre l'instruction et la préparation de décisions sur des dossiers importants pour lesquels un retard aurait pu conduire à une impasse à plus long terme.

Cela a été possible parce que le plan de transformation numérique, lancé en 2017, était déjà bien avancé (l'ASN disposait déjà des moyens indispensables pour un travail à distance généralisé). Également parce que les personnels de l'ASN ont fait preuve d'un engagement exceptionnel, poursuivant leurs missions le mieux possible malgré des conditions individuelles de travail à distance parfois difficiles. Enfin, parce qu'ils ont formé un collectif soudé.

Je tiens à leur rendre hommage car c'est grâce à eux, pour ne citer que deux exemples, qu'a pu être mis en consultation, dans les délais prévus, le projet de position générique sur la poursuite d'exploitation des réacteurs de 900 MWe, et qu'ont pu être publiés plusieurs avis sur le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs. C'est grâce à eux que les inspections sur site ont vite repris. Au total, sur l'année, près de 2600 hommes.jour auront été passés en inspection sur le terrain.

Cet engagement et ces résultats sont à mes yeux les fruits d'une solide culture commune et d'une vision collectivement partagée des enjeux, d'un mode de management responsabilisant, alliant exigence et bienveillance, et d'un dialogue social permanent et toujours constructif.

Le domaine d'activité qui a le plus souffert de la crise a naturellement été celui des relations internationales. Pour autant, certaines activités ont pu se poursuivre à distance: ainsi, l'association WENRA a franchi, sous la présidence de l'ASN, un nouveau cap en publiant des « niveaux de référence », c'est-à-dire des exigences de sûreté harmonisées, pour les réacteurs de recherche, domaine non couvert par ses travaux jusqu'alors. WENRA a également proposé le sujet qui a été retenu pour la prochaine revue thématique par les pairs à l'échelle européenne: il s'agit de la maîtrise des risques d'incendie, sujet important et qui concerne toutes les installations nucléaires.



“ Les personnels de l'ASN ont fait preuve d'un engagement exceptionnel, poursuivant leurs missions le mieux possible malgré des conditions individuelles de travail à distance parfois difficiles. ”



La crise sanitaire, un accélérateur des évolutions des pratiques de contrôle

Le caractère exceptionnel de la situation a amené l'ASN à expérimenter de nouvelles façons de réaliser ses missions, dont certaines ont vocation à être pérennisées.

De façon évidente, le travail à distance a donné un coup d'accélérateur à la transformation numérique de l'ASN, avec un recours accru à l'utilisation des moyens de visioconférence, à l'archivage numérique et, de façon plus générale, à la dématérialisation.

Surtout, de nouvelles pratiques de contrôle, à distance, ont été mises en place. D'abord vues comme un pis-aller dans l'attente de la mise en œuvre de protocoles sanitaires, elles ont démontré leur intérêt, en complément des inspections sur site: possibilité d'accéder à distance à certaines bases de données de l'exploitant ainsi qu'à l'état des réacteurs; possibilité d'examiner des documents en y consacrant plus de temps que cela n'est possible sur site. Ces nouvelles formes de contrôle n'ont pas vocation à se substituer à la présence sur le terrain, qui reste essentielle pour appréhender les enjeux liés à une installation ou une activité nucléaire, examiner l'état des locaux et des matériels, observer la réalisation de travaux et comprendre les interactions entre les intervenants. Elles permettent en revanche d'optimiser la présence des inspecteurs sur le terrain, qui peuvent ainsi se concentrer sur ce qui ne peut pas être contrôlé à distance.

La crise sanitaire, un élément dans les réflexions sur la stratégie de l'ASN

La crise sanitaire, si elle a profondément marqué l'année 2020 et probablement aussi 2021, n'a pas remis en cause les lignes directrices de la stratégie actuelle de l'ASN, qui restent pleinement d'actualité et pour lesquelles les travaux se poursuivent: renforcer la mise en œuvre d'une approche graduée; mieux piloter les instructions techniques; renforcer l'efficacité de notre action de terrain; consolider notre fonctionnement; conforter l'approche française et européenne par l'action internationale.

Pour autant, cette crise appelle l'ensemble des parties prenantes, y compris notre institution, à une réflexion renouvelée sur l'anticipation et la précaution. En cela, elle contribue à mettre en relief les questions de fond sur lesquelles l'ASN appelle depuis plusieurs années à des décisions, notamment pour éviter à terme les situations d'impasse: marges nécessaires pour assurer tout à la fois la sûreté nucléaire et la sécurité du réseau électrique; décisions à prendre pour une gestion sûre des déchets radioactifs sur le long terme; renforcement des compétences de la filière.

Les réflexions sur le futur plan stratégique de l'ASN démarreront à la fin de l'année 2021. À cette aune, plusieurs questions pourront être examinées:

- les modalités selon lesquelles, pour une meilleure efficacité de l'action publique, l'ASN peut travailler avec les différentes parties prenantes pour faire en sorte que les potentielles situations d'impasse, une fois identifiées, soient correctement anticipées;

“ Le futur plan stratégique permettra de dessiner une vision du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection adaptée aux nouveaux enjeux... ”

- l'articulation avec les autres acteurs du contrôle sur des champs connexes afin d'aboutir à des décisions optimales, c'est-à-dire intégrant l'ensemble des enjeux relatifs à la protection des personnes et de l'environnement;
- les inflexions éventuelles à apporter à la politique de contrôle de l'ASN, pour qu'elle soit adaptée au contexte et aux enjeux de la décennie à venir;
- les modalités du contrôle par l'ASN: outre l'exemple déjà cité de l'équilibre entre contrôles à distance et contrôles de terrain effectués par l'ASN, on peut mentionner le rôle que doivent jouer les organismes agréés réalisant des contrôles pour le compte de l'ASN;
- les actions à mettre en œuvre pour conforter l'indépendance de l'ASN, notamment en matière de fonctionnement;
- les moyens quantitatifs mais surtout qualitatifs, dont l'ASN aura besoin dans les années à venir pour exercer ses missions. En effet, la complexité croissante des questions à traiter nécessite d'identifier très en amont les besoins de recrutement de personnels expérimentés ou disposant de compétences rares.

Ces travaux ont d'autant plus d'importance qu'ils permettront de prendre un recul salutaire par rapport à une actualité qui reste dominée par la crise sanitaire. Ils permettront de dessiner une vision du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection adaptée aux enjeux nouveaux. À l'heure du quinzième anniversaire de la transformation de l'ASN en autorité administrative indépendante, ce sera aussi l'occasion de mesurer le chemin parcouru.



Je réitère mes remerciements aux équipes de l'ASN pour leur engagement exceptionnel tout au long de l'année. Je remercie aussi tout particulièrement nos partenaires, au premier rang desquels l'IRSN, ainsi que les membres des groupes qui conseillent l'ASN ou collaborent à ses travaux: tous ont été à nos côtés dans ces temps difficiles et sans eux, nous n'aurions pas pu avancer autant que nous l'avons fait.

La crise sanitaire n'est pas finie. Les équipes de l'ASN savent que les attentes à leur égard resteront fortes en 2021, tant les enjeux sont importants. Elles mettront tout en œuvre pour être à la hauteur des responsabilités qui leur sont confiées et de la confiance qui leur est accordée. ●

INCIDENCE DE LA COVID-19

Un *stress test* inédit pour l'organisation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Les mesures prises pendant la période d'urgence sanitaire ont fortement affecté les activités nucléaires. Les exploitants d'installations nucléaires de base (INB) ont activé leur plan de continuité d'activité et adapté leur organisation pour maintenir le niveau de sûreté des installations et garantir le respect des exigences réglementaires. Les acteurs du nucléaire médical ont également dû faire face à une situation sanitaire inédite. Durant cette période, l'ASN a adapté ses modalités de contrôle, en développant notamment des inspections à distance sur certains sujets.



Les exploitants et les responsables d'activité ont fait preuve d'une **bonne capacité d'adaptation**

Gestion de la crise sanitaire satisfaisante

- **Maintien du niveau de sûreté attendu**
- **Mise en œuvre d'un plan de continuité d'activité**

Adaptabilité organisationnelle : poursuite en télétravail de la préparation des dossiers attendus par l'ASN, dispositions efficaces pour assurer la disponibilité permanente de personnels de conduite qualifiés sur site.

Adaptabilité opérationnelle : maintien effectif des activités jugées prioritaires et essentielles (surveillance, contrôles de sûreté), report ou suppression des activités non essentielles, respect satisfaisant des prescriptions applicables en matière de sûreté et de radioprotection, etc.



 VOIR ENCADRÉ
PAGE 299

Maintien par l'ASN du lien avec les exploitants et les responsables d'activités nucléaires

L'ASN a été vigilante aux dispositions prises pour **assurer la sûreté et la radioprotection des activités**

 VOIR ENCADRÉ
PAGE 211

• Dans le domaine médical

Échanges sur les évolutions des organisations pour la prise en charge des patients, au regard des contraintes d'hygiène et de radioprotection.

 VOIR ENCADRÉ
PAGE 153

• Pour les installations nucléaires

Contacts réguliers avec les exploitants autour des dispositions prises pour s'adapter au contexte sanitaire: contrôle du bien-fondé des adaptations retenues.

Report de délais de transmission de certains documents, en application de la loi sur l'urgence sanitaire.



Cette crise a permis d'innover et de développer de nouveaux modes d'inspection

Adaptation du fonctionnement et des modalités de contrôle de l'ASN

• Dans le domaine médical

Adaptation des modalités d'instruction et d'autorisation dans le cadre de l'urgence sanitaire pour l'usage d'équipements ou de locaux habituellement non couverts par les autorisations de détention et d'utilisation de sources radioactives: scanners des services de médecine nucléaire ou de radiothérapie, chambres radioprotégées ou locaux de curiethérapie, utilisés pour l'accueil des personnes atteintes de la Covid-19.

• Pour les inspections effectuées par l'ASN

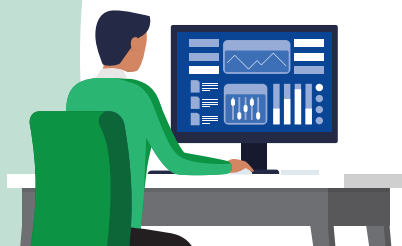
Allègement du programme d'inspections dans le domaine médical (vérification de l'aptitude des services à accueillir l'inspection).

Reprise rapide des inspections sur site dès la mise au point de mesures sanitaires adéquates.

Organisation d'inspections à distance à la place, puis en complément des inspections sur site.

Adaptation du programme d'inspections au contexte, de manière à assurer en 2020 les inspections sur les sujets à enjeux.

 VOIR ENCADRÉ
PAGE 211



 VOIR ENCADRÉ
PAGE 153

LES APPRÉCIATIONS DE L'ASN

L'ASN exerce sa mission de contrôle en utilisant, de façon complémentaire et adaptée à chaque situation, l'encadrement réglementaire, les décisions individuelles, l'inspection et, si nécessaire, des actions de coercition et de sanction, afin que soient maîtrisés au mieux les risques des activités nucléaires pour les personnes et l'environnement. L'ASN rend compte de sa mission et porte une appréciation sur les actions de chaque exploitant et par domaine d'activité.

LES APPRÉCIATIONS DE L'ASN PAR EXPLOITANT

EDF

Les centrales nucléaires en fonctionnement

L'ASN considère que l'année 2020 a été globalement satisfaisante en matière de sûreté d'exploitation des centrales nucléaires d'EDF. La rigueur d'exploitation a en particulier progressé. Le contexte particulier induit par la crise sanitaire a pu contribuer à ces bons résultats. *A contrario*, l'ASN constate que le recul dans la prise en compte de la radioprotection des travailleurs observé en 2019 s'est accentué en 2020. Une réaction forte d'EDF est attendue sur ce sujet.

La gestion des conséquences de la crise sanitaire

L'ASN considère qu'EDF a convenablement géré les évolutions de ses organisations rendues nécessaires par les mesures sanitaires liées à la pandémie de Covid-19.

Les restrictions de déplacement mises en place par le Gouvernement lors du printemps 2020 ont, dans un premier temps, fortement réduit la capacité d'EDF à réaliser les opérations de maintenance programmées pendant les arrêts de réacteur pour rechargement du combustible. Face à cette situation, EDF a décidé de rallonger les durées prévisionnelles de tous les arrêts programmés et d'en reporter certains. L'ASN s'est assurée que les décalages des opérations de maintenance et d'arrêt ont été conduits par EDF dans le respect des règles applicables en matière de sûreté.

EDF a par ailleurs dû adopter des mesures pour garantir la sûreté des installations tout en respectant les règles sanitaires sur ses sites. Certaines de ces évolutions ont été bénéfiques pour la sûreté. C'est le cas notamment des mesures prises pour limiter les contacts avec les opérateurs de conduite, qui ont amélioré la sérénité dans les salles de commande.

EDF a tenu l'ASN régulièrement informée lors de la crise sanitaire, ce qui a permis à l'ASN de maintenir un suivi précis de la situation de chaque centrale.

L'exploitation

L'ASN constate que la grande majorité des centrales nucléaires a progressé en 2020 en ce qui concerne la rigueur de la surveillance en salle de commande et le pilotage des installations.

Cette progression s'accompagne, dans la majorité des cas, par une nette diminution du nombre de situations de sortie non autorisée du domaine d'exploitation et du nombre de non-respects des règles de conduite. Les évolutions d'organisation et les reports d'activité induits par la crise sanitaire ont pu contribuer à cette amélioration.

Pour autant, l'ASN a constaté en 2020 une augmentation, pour une majorité des centrales nucléaires, du nombre d'événements significatifs dont l'analyse des causes met en évidence une documentation inadaptée utilisée par l'équipe de conduite ou une mauvaise utilisation de cette documentation.

L'ASN a constaté en 2020 une bonne connaissance des procédures de conduite en situation d'accident, mais a encore relevé que certains gestes ne peuvent pas être accomplis dans les délais requis, voire ne peuvent pas être exécutés compte tenu de la configuration des installations. Ces cas étaient cependant moins nombreux qu'en 2018 et 2019.

L'organisation mise en place sur les sites pour gérer les compétences, les habilitations et la formation est restée globalement satisfaisante en 2020.

Comme en 2019, les inspections de l'ASN portant sur l'organisation et les moyens de crise ont permis de confirmer un bon niveau d'appropriation des principes d'organisation, de préparation et de gestion des situations d'urgence relevant d'un plan d'urgence interne.

Les analyses menées par les sites à la suite d'événements significatifs sont généralement pertinentes et l'identification des

causes organisationnelles est en progrès. Cependant, comme en 2019, l'analyse des causes profondes questionne insuffisamment l'organisation et aboutit encore trop souvent à des actions correctives peu ambitieuses.

La conformité des installations

L'ASN a constaté en 2020 la poursuite de l'amélioration de la gestion des écarts affectant les installations. En particulier, la propension d'EDF à résorber plus rapidement les écarts s'est améliorée, même si, en la matière, les efforts doivent être maintenus.

Toutefois, à l'instar des années précédentes, l'ASN considère que l'état réel de conformité des installations aux règles qui leur sont applicables doit être sensiblement amélioré. L'année 2020 a encore été marquée par la détection d'écarts affectant des matériels qui remettent en cause la capacité de ces derniers à remplir leur fonction en cas d'accident. Certains de ces écarts remontent à l'origine de la construction des réacteurs, d'autres ont été générés lors de la mise en œuvre de modifications des installations, y compris récemment, ou résultent du vieillissement des installations ou d'une maintenance insuffisante. L'année 2020 a mis en lumière des défauts de tenue au séisme de sources électriques, de matériels de sauvegarde et de refroidissement des réacteurs. EDF doit poursuivre les actions de contrôle ciblées qu'elle déploie progressivement depuis plusieurs années, mais également en élargir le champ.

Les contrôles prescrits en 2019 par l'ASN sur les sources électriques, en particulier les groupes électrogènes de secours à moteur diesel, ont permis de détecter et de résorber des défauts de résistance au séisme sur 37 réacteurs. Cet événement a été classé au niveau 2 sur l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (*International Nuclear and radiological Event Scale – INES*) pour certains réacteurs.

La maintenance

D'une manière générale, l'organisation des centrales nucléaires pour mener à bien les opérations de maintenance conséquentes a été satisfaisante en 2020, y compris dans un contexte rendu plus difficile par la pandémie de Covid-19. Dans un contexte de grands volumes de maintenance, liés notamment à la poursuite du fonctionnement des réacteurs et au programme « grand carénage », l'ASN a régulièrement attiré par le passé l'attention d'EDF sur la persistance de défauts de qualité de maintenance en nombre trop élevé. EDF a mis en place depuis plusieurs années des plans d'action pour en réduire l'occurrence.

Toutefois, l'ASN a encore relevé en 2020 des points à améliorer concernant la maintenance des réacteurs, comme la prise en compte des différents risques, la préparation des activités ou la traçabilité des interventions. Des défauts de maîtrise des activités ont par ailleurs encore comme cause l'approvisionnement de pièces de rechange non conformes.

L'ASN a régulièrement relevé par le passé la difficulté d'EDF à assurer une surveillance adaptée et proportionnée des activités sous-traitées, que celles-ci soient réalisées sur site ou chez les fournisseurs de biens et de services. Néanmoins, en 2020, l'ASN confirme l'amélioration perçue dès 2019 des actions de contrôle technique des interventions et de surveillance des prestataires, grâce notamment à l'utilisation d'outils informatiques récemment déployés dans les centrales.

La protection de l'environnement

L'organisation d'EDF en matière de maîtrise des nuisances et de l'impact des centrales nucléaires sur l'environnement doit être améliorée sur la plupart des sites. L'ASN considère que l'exploitant doit encore accroître sa vigilance sur ces thématiques.

L'ASN a constaté en 2020 une meilleure appropriation par les sites de l'analyse méthodique des risques microbiologiques et des efforts pour améliorer le confinement des substances dangereuses liquides sur certains sites. Pour autant, l'ASN considère que des actions correctives doivent toujours être menées sur la prévention des pollutions et la gestion des déchets. Malgré quelques fragilités ponctuelles, EDF a montré une bonne maîtrise de son processus de gestion des rejets d'effluents.

La radioprotection des travailleurs et la sécurité au travail

L'ASN constate que le recul dans la prise en compte de la radioprotection des travailleurs observé en 2019 s'est accentué en 2020. L'analyse des événements significatifs montre en particulier bien souvent une perception inadéquate des risques radiologiques et une culture de radioprotection inadaptée. L'ASN considère qu'EDF doit redonner du sens à la radioprotection pour fédérer les intervenants autour des véritables enjeux.

En 2020, l'accidentologie a baissé sensiblement sur les centrales nucléaires d'EDF. Le contexte particulier induit par la crise sanitaire a pu contribuer à ces résultats. EDF a poursuivi la mise en place des actions d'amélioration sur les principaux risques pour les travailleurs à la suite des contrôles des inspecteurs du travail de l'ASN. Cependant, certaines situations de risques doivent être significativement améliorées. Elles concernent les risques liés aux équipements de travail et particulièrement aux appareils de levage, les risques d'explosion et d'incendie et les risques électriques.

La poursuite de fonctionnement des réacteurs

Les modifications ambitieuses des installations et des modalités d'exploitation prévues par EDF dans le cadre des réexamens périodiques des réacteurs conduisent à des améliorations significatives de la sûreté des installations. EDF mobilise des capacités importantes d'ingénierie pour ces réexamens. Comme les années passées, l'ASN constate que ces capacités d'ingénierie sont saturées.

L'ASN considère que l'ensemble des dispositions prévues par EDF et celles qu'elle a prescrites ouvrent la perspective d'une poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe) pour les 10 ans suivant leur quatrième réexamen périodique. La déclinaison sur chaque réacteur de ce réexamen comprendra des examens spécifiques et tiendra compte des particularités de chaque installation.

En 2020, EDF a poursuivi la réalisation des quatrième visites décennales de ses réacteurs de 900 MWe, avec la première quatrième visite décennale d'un réacteur du site du Bugey. À compter de 2021, le rythme de ces visites décennales va s'accroître, avec plusieurs visites à réaliser chaque année. L'ASN sera attentive à la capacité d'EDF à mobiliser les moyens nécessaires au déroulement de ces opérations dans des conditions satisfaisantes.

Les appréciations centrale par centrale

Les appréciations de l'ASN sur chaque centrale nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport.

En matière de sûreté, les centrales nucléaires de Saint-Alban et, dans une moindre mesure, de Civaux et de Cattenom se sont distinguées favorablement en 2020. Pour la centrale nucléaire de Cattenom, les progrès observés devront être confirmés, l'année 2020 ayant été peu chargée en activité de maintenance. L'ASN maintient la surveillance renforcée mise en place en 2019 pour la centrale nucléaire de Flamanville. Les performances des centrales nucléaires de Gravelines, Nogent-sur-Seine et Golfech ont également été en retrait en 2020.

En matière de radioprotection, seule la centrale nucléaire de Civaux s'est distinguée de manière positive. L'ASN considère que plusieurs centrales nucléaires ont été en retrait. C'est en particulier le cas des centrales nucléaires de Dampierre-en-Burly et Flamanville et, dans une moindre mesure, de celles de Golfech, Chooz, Nogent-sur-Seine, Gravelines et du Blayais.

En matière de protection de l'environnement, les centrales nucléaires de Paluel, Nogent-sur-Seine, Saint-Laurent-des-Eaux, Chooz et Saint-Alban se sont distinguées de manière positive. Au contraire, les centrales nucléaires de Belleville et Dampierre et, dans une moindre mesure, celles du Blayais et de Gravelines ont été en retrait.

Le réacteur EPR de Flamanville en cours de construction

L'ASN considère que l'organisation mise en place pour recevoir et entreposer les assemblages de combustible est satisfaisante sur le site du réacteur EPR de Flamanville. Cela l'a conduite à autoriser en 2020 l'arrivée du combustible sur le site.

La préparation et la réalisation des activités de réparation des soudures des circuits secondaires principaux se déroulent également dans de bonnes conditions. L'ASN poursuivra son contrôle de ces activités en 2021 et sera vigilante à l'adéquation des ressources et de l'organisation pour la réalisation d'un volume plus important de réparations en parallèle.

L'organisation pour la réalisation des essais de démarrage est satisfaisante mais EDF doit veiller à la justification de la représentativité de ces essais ainsi qu'à la complétude de l'analyse des résultats.

En revanche, l'ASN considère qu'EDF doit significativement compléter le programme des contrôles complémentaires prévus dans le cadre de la revue de qualité des matériels autres que les équipements sous pression. Ce programme avait été demandé en 2018 par l'ASN, du fait de lacunes importantes constatées dans la surveillance exercée par EDF sur ses prestataires.

Les centrales nucléaires en démantèlement et les installations de gestion des déchets

L'ASN considère que le niveau de sûreté des installations en démantèlement et de gestion des déchets est globalement satisfaisant, bien que l'avancement des chantiers de démantèlement ait été fortement ralenti en 2020.

Pour les installations en démantèlement d'EDF dont le combustible a déjà été évacué, la sûreté nucléaire consiste à maîtriser le confinement des substances radioactives. Pour ce qui concerne les réacteurs de première génération (filiale uranium naturel-graphite-gaz, voir chapitre 13), la grande majorité de ces substances se situe dans les caissons des réacteurs actuellement confinés, sans opération de démantèlement pouvant les remettre en suspension. EDF devra donc veiller à la maîtrise du vieillissement de ces installations, tout en cherchant à diminuer les délais de démantèlement des caissons pour limiter le plus possible les risques pour la sûreté.

L'avancement du démantèlement des réacteurs Chooz A et Superphénix est conforme aux échéances prescrites par leur décrets. L'ASN estime cependant que l'organisation de gestion de crise de Superphénix doit être améliorée.

Les enjeux auxquels est confrontée EDF résident dans la radioprotection des travailleurs et la gestion des déchets. Concernant ces points, elle a mis en place des plans d'action destinés à pallier les difficultés de maîtrise du risque lié aux rayonnements

alpha, présent plus particulièrement dans l'installation de Chooz A. Toutefois, l'efficacité de ces plans d'action n'a pas pu être mesurée en 2020 compte tenu de la réduction des activités du fait de la crise sanitaire. Par ailleurs, EDF se heurte régulièrement à la problématique de présence d'amiante dans les équipements à démonter, qui a conduit à interrompre les chantiers pour permettre d'établir les mesures de protection adaptées et le désamiantage.

Conformément à la demande de l'ASN, EDF a renforcé l'organisation du projet de démantèlement de Fessenheim et a apporté les compléments attendus sur le déroulement de la préparation au démantèlement de l'installation, à la suite de son arrêt définitif en 2020. EDF a par ailleurs déposé le dossier de démantèlement de Fessenheim auprès de la ministre chargée du nucléaire à la fin de l'année. L'ASN note des lacunes communes dans certains dossiers de démantèlement ou de réexamen remis par EDF, qui ne présentent pas toujours le niveau de détail requis pour permettre d'évaluer les conséquences des opérations envisagées au regard de la sûreté et de la radioprotection.

ORANO

L'ASN considère que le niveau de sûreté des installations exploitées par Orano est demeuré à un niveau globalement satisfaisant en 2020. Dans le contexte de crise sanitaire, Orano a maintenu l'essentiel de ses activités en adaptant son organisation pour maintenir l'ensemble des gestes de sûreté requis.

Les installations exploitées par Orano sont implantées sur les sites de La Hague, du Tricastin et de Marcoule. Elles présentent des enjeux de sûreté importants mais de natures différentes, à la fois chimiques et radiologiques.

L'organisation du groupe Orano est principalement décentralisée, ce qui induit des pratiques hétérogènes entre chaque site. Cette hétérogénéité pourrait s'accroître encore avec la restructuration du groupe, conduite fin 2020, qui a scindé l'exploitant Orano Cycle en trois sociétés distinctes dévolues à la production d'uranium enrichi (Orano Chimie-Enrichissement), à la réutilisation des matières issues du combustible usé (Orano Recyclage), et au démantèlement d'installations nucléaires (Orano Démantèlement). L'ASN examinera en 2021 le caractère acceptable à long terme de l'organisation définie par Orano, dans laquelle

une partie de la responsabilité opérationnelle de l'exploitant d'installations en démantèlement, telle que la conduite d'équipements sensibles, est déléguée à une autre entité du groupe.

La gestion des conséquences de la crise sanitaire

L'ASN considère qu'Orano a convenablement géré les évolutions de ses organisations rendues nécessaires par les mesures sanitaires liées à la pandémie de Covid-19 et informé régulièrement l'ASN des mesures prises. Les activités d'Orano ont été largement maintenues durant la période d'état d'urgence sanitaire, dans le respect des prescriptions applicables en matière de sûreté et de radioprotection. De plus, Orano a maintenu certaines activités de démantèlement présentant des enjeux importants.

Maîtrise des risques

Orano poursuit ses efforts de rigueur pour le bon confinement des substances radioactives et traite de façon satisfaisante les ruptures de confinement qui peuvent survenir en conditions d'exploitation sur certaines installations. De même, les enjeux de radioprotection sont traités avec sérieux par Orano dans ses installations où ils sont les plus forts. Orano a déclaré en 2020 un événement de contamination d'un travailleur, temporairement classé au niveau 2 sur l'échelle INES dans l'attente de résultats d'études approfondies. Son analyse a montré un bon respect des consignes de radioprotection par l'exploitant et n'a pas remis en cause la pertinence de ses dispositions de radioprotection, elle conduit donc à des actions de recherche pour approfondir les connaissances sur le comportement de certaines particules de plutonium.

En matière de gestion des déchets, l'ASN relève que des efforts de rigueur sont nécessaires, dans l'ensemble des installations nucléaires de base (INB) du groupe Orano, concernant les modalités de dépose des déchets aux différents points de collecte dans l'installation.

L'ASN relève des insuffisances importantes dans le domaine du risque d'incendie et une amélioration qui reste trop lente au sein des INB du groupe Orano sur ce sujet. L'exploitant doit améliorer ses consignes incidentelles pour les rendre plus adaptées et opérationnelles, et réaliser des exercices périodiques pour les éprouver. L'année 2020 a en particulier été marquée par l'incendie d'un bâtiment complet sur le site de La Hague, dont le retour d'expérience apparaît avoir été insuffisamment approfondi. L'ASN constate, sur ce site, que les dispositions de prévention des écoulements et la dispersion dans l'environnement de substances liquides radioactives ou dangereuses, y compris celles susceptibles de résulter de la lutte contre un sinistre éventuel, restent à améliorer. Sur le site du Tricastin, la maîtrise du risque d'incendie a fait l'objet d'actions de coercition de l'ASN en 2020. L'ASN y constate des améliorations.

Orano a fait preuve de volontarisme dans sa conduite des évaluations complémentaires de sûreté consécutives à l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima. Orano a achevé la construction de la quasi-totalité des moyens complémentaires issus de ces évaluations. Il s'agit de moyens destinés à faire face à des situations extrêmes dans ses installations, notamment des moyens d'appoint en eau et des nouveaux bâtiments de crise robustes à des aléas extrêmes. Seul le poste de commandement de crise de l'usine de Melox reste encore à achever.

Surveillance des intervenants

L'ASN a constaté en 2020 que les pratiques de surveillance des intervenants extérieurs dans les INB du groupe Orano restent

à améliorer. Le groupe doit poursuivre et renforcer les efforts engagés en ce sens, notamment par l'amélioration des supports de surveillance et de son organisation.

Reprise et conditionnement des déchets anciens, démantèlement et gestion des déchets

De nombreux déchets anciens à La Hague ne sont pas entreposés selon les exigences actuelles et présentent des enjeux de sûreté majeurs. La reprise et le conditionnement de ces déchets anciens conditionnent l'avancement des démantèlements des usines définitivement arrêtées. L'ASN constate des retards importants dans les projets de reprise et conditionnement des déchets d'Orano. La complexité de ces reprises de déchets et de leur conditionnement, pour évacuation vers des filières agréées, a conduit Orano à revoir plusieurs fois ses scénarios de reprise et de traitement, et à annoncer des reports significatifs, parfois pour des dizaines d'années, d'échéances sur lesquelles il s'était engagé. Ainsi, en 2019, l'ASN a engagé une démarche de contrôle de la gestion de ces projets, avec l'appui de la direction générale de l'énergie et du climat. Cette démarche a conduit l'ASN à demander à Orano d'apporter des améliorations structurantes à son organisation et à la gestion de ces projets. En 2020, Orano a présenté des améliorations de son organisation et de sa gestion de projets qui devraient conduire à une plus grande robustesse dans leur gestion, notamment par la prise en compte du retour d'expérience et la mise en place d'une grille d'évaluation de la maturité de projets. Cependant, cette démarche doit être approfondie et complétée afin de conduire à une meilleure évaluation des délais dans la reprise et conditionnement des déchets anciens (RCD) et le démantèlement, permettant à Orano d'annoncer des dates d'engagements qui seront respectées. L'ASN poursuivra sa démarche de contrôle de la gestion de ces projets en 2021. Elle évaluera de façon plus complète les progrès réalisés au travers de l'examen des plannings intégrés qui doivent servir de base à la révision de la décision de l'ASN n° 2014-DC-0472 du 9 décembre 2014 concernant les prescriptions que doit respecter Orano concernant ces opérations de reprise.

L'ASN estime satisfaisant l'achèvement de la vitrification des solutions anciennes de produits de fission d'UP2-400 ainsi que la réalisation des premiers fûts de déchets du silo 130. Ces avancées conduisent à des améliorations significatives de la sûreté de ces installations anciennes, du fait de la diminution du terme source. L'ASN engage cependant l'exploitant à déployer sans tarder la cadence de reprise industrielle attendue concernant les déchets du silo 130.

CEA

L'ASN considère que la sûreté des installations exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) demeure globalement satisfaisante dans un contexte de moindre activité. Les enjeux de sûreté portent, d'une part, sur la poursuite du fonctionnement d'installations conçues selon des standards de sûreté anciens, d'autre part, sur le démantèlement des installations définitivement arrêtées, sur la reprise et le conditionnement de déchets anciens ainsi que sur la gestion de ses déchets radioactifs et matières sans usage identifié. L'ASN estime que le CEA présente toutefois des fragilités, notamment en ce qui concerne l'organisation pour la gestion des situations d'urgence et la maîtrise de ses projets en lien avec la sûreté qui s'étendent sur plusieurs années.

L'organisation et le management de la sûreté

L'ASN constate que l'organisation du CEA est en constante évolution depuis plusieurs années, avec une nouvelle modification majeure en 2020. Au vu de ces évolutions, l'ASN estime que le CEA doit rester vigilant à ce que tous les aspects relatifs à la sûreté soient bien pris en compte à tous les niveaux de

l'organisation et soient portés par des personnes disposant des ressources, des compétences et de l'autorité nécessaires. L'ASN attend du CEA un retour d'expérience des dernières modifications organisationnelles et propose rapidement une vision stratégique du management de la sûreté pour les années à venir.

L'ASN estime que la mise en œuvre des « grands engagements de sûreté », pilotés au plus haut niveau et permettant de suivre les enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection les plus importants, est globalement satisfaisante. Il conviendra de veiller à ce que la diminution des moyens affectés au CEA n'ait pas de conséquence sur la tenue des autres engagements, notamment ceux qui sont encadrés par des prescriptions de l'ASN.

La gestion des conséquences de la crise sanitaire

Les restrictions mises en place par le Gouvernement lors du printemps 2020 ont conduit le CEA à arrêter et mettre en sûreté l'essentiel de ses INB. Cette interruption du fonctionnement, la restriction des déplacements et l'indisponibilité de certains prestataires ont conduit le CEA, après analyse, à ne pas effectuer dans les délais certaines vérifications périodiques et opérations de maintenance. La surveillance et les contrôles de sûreté essentiels ont toutefois été maintenus et le CEA a réalisé des analyses de sûreté pour définir les actions à réaliser avant de reprendre ses activités. Le CEA a tiré un retour d'expérience du premier confinement et a maintenu en novembre 2020 certaines activités jugées prioritaires par les directions opérationnelles, ainsi que la maintenance et l'ensemble des contrôles et essais périodiques.

L'information régulière de l'ASN par le CEA lors de la crise sanitaire était satisfaisante.

Les installations en fonctionnement

Face au vieillissement des installations en fonctionnement du CEA et à l'incertitude des projets pour remplacer certaines de ces installations, le CEA a élaboré, en 2019, une stratégie de moyen-long terme d'utilisation de ses installations expérimentales de recherche nucléaire civile et de ses installations de gestion des déchets et matières. Les premières conclusions montrent la nécessité d'une rationalisation et d'une optimisation des installations existantes, accompagnées de rénovations significatives, voire la construction d'installations neuves. L'ASN estime que cette priorisation est légitime du point de vue de la sûreté, et que le CEA doit en tirer des plans d'action clairs et formaliser précisément les options prises (abandon ou optimisation d'exploitation, travaux à entreprendre, etc.).

Les installations en démantèlement

L'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) ont souligné, en 2019, le réexamen approfondi et pertinent, réalisé par le CEA, de sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets et des matières radioactives, de la priorisation des opérations, des moyens humains affectés et de l'efficacité de son organisation, tout en s'interrogeant sur les moyens consacrés à ces opérations.

En 2020, les autorités constatent que cette stratégie a évolué substantiellement, avec de nombreux reports d'échéances, des réductions de périmètre ou des abandons de projets. Certaines échéances ont été décalées de plusieurs dizaines d'années sans justification suffisante, alors qu'elles concernent des projets de démantèlement ordinaires, reposant sur un retour d'expérience solidement établi (notamment le démantèlement des réacteurs de recherche). Plusieurs réponses à des demandes structurantes de l'ASN et l'ASND sur cette stratégie de démantèlement ont été transmises tardivement en 2020. Ces réponses devront être précisées en 2021, et des échanges complémentaires entre le CEA et les autorités seront nécessaires pour mieux contrôler la gestion des projets de démantèlement et de RCD prioritaires du point de vue de la sûreté.

Concernant la maîtrise du traitement de ses effluents et la gestion de ses déchets, de ses combustibles usés et de ses matières, ainsi que des transports associés, la mise en œuvre de

la stratégie est attendue dans les délais annoncés par le CEA ; les autorités ont déjà attiré l'attention du CEA sur la nécessité d'une vigilance particulière sur ces points en 2019, en particulier pour les installations uniques dont l'indisponibilité pourrait fragiliser l'ensemble du processus. Les questions des autorités relatives aux ressources financières allouées à ces projets transverses, à la crédibilité des échéances de réalisation et à leur avancement restent à ce stade dans l'attente de réponses consolidées.

La gestion des déchets radioactifs

L'exploitation des installations support à la gestion des déchets radioactifs est satisfaisante. L'ASN constate, en 2020, des améliorations concernant le zonage, le balisage, et la bonne tenue des zones de collecte de ces déchets. Le CEA doit toutefois rester vigilant quant au respect des durées d'entreposage de certains déchets dans ses installations. L'ASN souligne, par ailleurs, la mise en œuvre en 2020 d'une nouvelle organisation dédiée à la gestion des déchets radioactifs, qui permettra, à terme, une meilleure communication et mutualisation des moyens, et une homogénéisation des pratiques entre les centres du CEA.

Enfin, l'ASN note que les dispositions du protocole entre l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) et le CEA sur les modalités de surveillance par l'Andra des colis de déchets du CEA susceptibles d'être stockés dans Cigéo restreignent trop fortement le champ d'action de l'Andra et ne répondent donc pas pleinement aux dispositions de la décision n° 2017-DC-0587 de l'ASN.

La conformité des installations

Comme en 2019, l'ASN constate les efforts entrepris pour améliorer la conformité des installations lors des réexamens périodiques, notamment une amélioration de la planification des actions de remise en conformité visant à sécuriser les engagements pris par le CEA.

En revanche, même si le CEA a fourni la majorité des études complémentaires permettant d'apprécier correctement la conformité de ses installations, l'ASN note que les faiblesses identifiées dans les rapports de réexamen, déposés depuis fin 2017, ne font pas encore toutes l'objet d'actions de remise en conformité. Cette situation est notable pour les installations dont les activités ont cessé et présentant des enjeux faibles. Si le CEA explique ces retards par le contexte sanitaire de l'année 2020, l'ASN constate que les reports peuvent être de plusieurs années.

La gestion des écarts

La gestion des écarts est globalement satisfaisante au sein des installations du CEA. En 2020, le CEA a poursuivi le déploiement d'un outil de suivi commun à tous les centres, et a également modifié sa hiérarchisation des écarts, en y intégrant un troisième niveau, pour un traitement plus gradué aux enjeux. Aucun événement significatif n'a dépassé le niveau 1 de l'échelle INES. L'analyse de leurs causes met régulièrement en évidence une défaillance technique (liée au vieillissement ou à l'obsolescence) ou une origine organisationnelle ou humaine (liée à la déclinaison incorrecte d'exigences de sûreté dans la documentation opérationnelle ou à la planification des activités). L'ASN relève que les événements sont correctement traités au niveau des installations. Le CEA doit en revanche s'organiser pour que l'analyse du caractère générique d'un événement significatif, relevant des services centraux, soit plus robuste et plus opérationnelle (consultation des centres du CEA et informations montantes et descendantes). Par ailleurs, l'analyse des causes organisationnelles doit faire l'objet d'une meilleure traçabilité dans les comptes rendus d'événements significatifs. Enfin, l'ASN souligne la qualité des fiches de retour d'expérience produites

par les services centraux à destination des centres et des installations nucléaires. Elle encourage le CEA à prendre des dispositions afin de s'assurer que les actions définies dans ces fiches soient bien déclinées au sein des INB.

La gestion des modifications

Le CEA a mis en œuvre, depuis de nombreuses années, une gestion des modifications globalement satisfaisante, notamment par la qualité des dossiers transmis à l'ASN lorsqu'il sollicite des autorisations de modification notable. L'ASN constate, par ailleurs, que les modifications mises en œuvre sur le terrain correspondent bien aux informations fournies par le CEA dans ses demandes d'autorisation.

La maintenance et la programmation des contrôles et essais périodiques

La maintenance, ainsi que la programmation des contrôles et essais périodiques, leur réalisation et leur suivi, sont globalement satisfaisants au sein des installations du CEA. Ces opérations étant généralement sous-traitées, le CEA doit toutefois rester attentif à leur maîtrise technique. De plus, l'ASN constate encore, sur ces deux sujets, des disparités entre les installations. Par ailleurs, la traçabilité des contrôles effectués doit encore être améliorée. L'ASN attend également du CEA la mise en œuvre d'une stratégie harmonisée, pour l'ensemble de ces installations, en matière de gestion du vieillissement et de l'obsolescence. En effet, à l'échelle des installations, la prise en compte du vieillissement est souvent gérée seulement au travers des contrôles et essais périodiques.

Les intervenants extérieurs

L'ASN constate que la surveillance des intervenants extérieurs par le CEA s'est renforcée au cours des dernières années, notamment par le suivi de plans de surveillance et la désignation d'agents du CEA dédiés à la surveillance des activités sous-traitées. L'ASN relève le besoin, pour le CEA, de renforcer la surveillance de la chaîne d'intervenants extérieurs, notamment pour les sous-traitants de leurs prestataires. Enfin, des disparités demeurent, dans la qualité de cette surveillance, entre les différentes installations exploitées par le CEA, qui nécessitent d'être rectifiées.

La maîtrise des risques et la gestion de crise

L'ASN constate des retards significatifs dans la mise en œuvre des bâtiments de gestion de crise, prenant en compte le retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, pour les centres de Cadarache, de Marcoule et de Saclay.

L'organisation et les moyens de crise du CEA sont toujours à améliorer notablement, pour résorber le retard pris pour répondre aux exigences actuelles. L'organisation nationale est notamment à renforcer, en portant une grande vigilance à la

coordination entre ce niveau national, les sites et les installations. L'ASN note que les équipes sur le terrain font preuve d'implication et de motivation dans la réalisation des exercices de crise. La coordination entre la force locale de sécurité et les installations des centres du CEA est en progrès, notamment pour la tenue à jour des plans et des consignes d'intervention.

L'ASN considère enfin que le CEA doit poursuivre ses efforts concernant la protection contre le risque d'incendie. La gestion des dispositifs techniques (portes et clapets coupe-feu, systèmes de détection, etc.) doit être améliorée et l'apport de charges calorifiques limité, notamment lors des chantiers.

La radioprotection des personnels

La prise en compte de la radioprotection au sein des différents centres du CEA est globalement satisfaisante. Pour tous les centres, l'identification d'éléments et activités importants pour la protection, la maîtrise du vieillissement des appareils de mesure et la surveillance des intervenants extérieurs (traitement des écarts, traçabilité et application de la démarche *As Low As Reasonably Achievable* – ALARA) sont à améliorer.

La protection de l'environnement

La maîtrise des nuisances et de l'impact des installations du CEA sur l'environnement, pour l'année 2020, est globalement satisfaisante. Les plans d'action mis en œuvre sur 2020, relatifs aux non-conformités relevées sur la gestion des effluents liquides non radioactifs de certaines installations de Cadarache, sont satisfaisants. Pour autant, l'ASN considère que le CEA doit poursuivre la mise en œuvre d'actions sur plusieurs sujets associés à la maîtrise des impacts sur l'environnement, en particulier pour son site de Cadarache, comme le vieillissement de son réseau d'effluents liquides industriels et la remise en conformité du réseau de piézomètres.

Les appréciations installation par installation

Les appréciations de l'ASN sur chaque centre et chaque installation nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport.

Le réacteur de recherche Jules Horowitz de Cadarache en cours de construction

Autorisé en 2009, le réacteur Jules Horowitz (RJH) est en cours de construction. Les aléas du chantier, notamment la gestion des écarts liés à la sûreté, sont traités de manière satisfaisante. Compte tenu de l'allongement du chantier et de la durée pour la mise en service du réacteur, le CEA doit répondre à des enjeux de gestion de projet, de maintien de ses compétences techniques dans le temps et de conservation des équipements déjà fabriqués et éventuellement installés, avant leur mise en service. La gouvernance du projet a évolué en 2020, sans diminution des moyens affectés à la sûreté.

ANDRA

L'Andra est le seul exploitant d'INB de stockage de déchets radioactifs en France. L'ASN considère que l'exploitation des INB de stockage de l'Andra est satisfaisante. L'Andra est un acteur dynamique, qui s'investit fortement dans l'information du public et les démarches de concertation.

Exploitation des installations existantes de l'Andra

L'ASN estime que la sûreté et la radioprotection dans les installations exploitées par l'Andra sont satisfaisantes. Il convient de souligner, en 2020, les efforts de continuité de service de l'Andra pendant les périodes de confinement, et l'information régulière de l'ASN sur les conditions d'exploitation des installations. L'ASN

considère que les dispositions retenues ont permis de conserver un niveau de surveillance satisfaisant.

L'ASN constate que le nombre d'événements significatifs déclarés pour le Centre de stockage de l'Aube (CSA) depuis 2018 reste très réduit en 2020 (aucun événement significatif en 2018 et 2019, et un seul en 2020). Elle s'interroge sur la déclaration des événements par l'Andra.

Par ailleurs, l'ASN estime que certaines composantes de l'approche de sûreté de l'Andra doivent être améliorées, notamment pour une meilleure prise en compte de la défense en profondeur dans le classement de certains éléments ou activités importants pour la protection.

Organisation dédiée au dossier d'autorisation de création du projet Cigéo

L'ASN constate en 2020 un nouveau report de la date annoncée du dépôt de la demande d'autorisation de création du projet de stockage en couche géologique profonde Cigéo. Elle estime que le calendrier doit être stabilisé, afin d'identifier les conséquences du report de la mise en service de Cigéo sur l'ensemble de la filière de gestion.

Les appréciations que l'ASN porte sur les autres exploitants sont présentées dans la partie Panorama régional et dans les différents chapitres de ce rapport.

LES APPRÉCIATIONS DE L'ASN PAR DOMAINE D'ACTIVITÉ

LE DOMAINE MÉDICAL

L'année 2020 a été marquée par la pandémie de Covid-19, qui a considérablement perturbé le système de soins et nécessité, de la part des établissements de santé, une adaptation des modalités d'organisation de la prise en charge des patients, compatible avec les doubles contraintes de radioprotection et d'hygiène. En conséquence, l'ASN a adapté ses modalités de contrôle en déployant, lorsque cela était nécessaire, des inspections à distance. L'ASN considère que, sur la base des inspections conduites en 2020, l'état de la radioprotection dans le domaine médical est comparable à celui de 2019. Toutefois, les événements significatifs de radioprotection déclarés rappellent la nécessité d'évaluer régulièrement les pratiques et de renforcer la culture de radioprotection.

En radiothérapie, les inspections confirment que les fondamentaux de la sécurité sont en place (contrôles des équipements, formation des professionnels, politique de gestion de la qualité et des risques) et les démarches d'assurance de la qualité déployées de manière satisfaisante. Toutefois, les analyses de risque *a priori* restent insuffisamment actualisées pour prendre en compte les changements organisationnels ou techniques. La survenue d'événements, tels que des erreurs de côté ou encore de fractionnement, avec parfois de graves conséquences pour la santé, révèle toujours des fragilités organisationnelles. Les contrôles effectués en 2020 ont cependant permis de constater que les conditions de radioprotection se sont notablement améliorées dans les centres ayant fait l'objet d'une mise en demeure de l'ASN ou d'une surveillance renforcée au cours des années précédentes.

En curiethérapie, la radioprotection des professionnels et la gestion des sources scellées de haute activité sont jugées globalement satisfaisantes, ce niveau devant cependant être maintenu par un effort de formation continue. Une attention accrue doit être portée à la sécurisation des accès à ces sources.

En médecine nucléaire, la prise en compte de la radioprotection des patients et des professionnels dans les services de médecine nucléaire inspectés est satisfaisante. Des progrès sont cependant attendus en matière d'optimisation des pratiques et les efforts de formation des professionnels à la radioprotection des travailleurs doivent être maintenus. Les événements déclarés soulignent que le processus d'administration des médicaments

Les échanges techniques entre l'ASN et l'Andra se sont poursuivis en 2020 autour des travaux identifiés lors de l'instruction du dossier d'option de sûreté en vue de la demande d'autorisation de création.

L'ASN considère que c'est en premier lieu au responsable du projet de mener la concertation autour de Cigéo. Elle constate que l'Andra mène une démarche exemplaire en la matière, en associant la Commission nationale du débat public, qui a désigné des garants pour ce processus, et en informant régulièrement l'ASN.

L'ASN estime que le principe de développement incrémental envisagé par l'Andra pour le stockage Cigéo devra être précisé en particulier par l'identification d'éventuels éléments de justification de la sûreté nucléaire qui seraient apportés ultérieurement à la demande d'autorisation de création.

radiopharmaceutiques doit être régulièrement évalué afin d'en assurer la maîtrise, en particulier pour les actes thérapeutiques.

Dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées, l'ASN constate, dans la continuité des années précédentes, que les mesures prises sont toujours insuffisantes pour améliorer la radioprotection des patients et des professionnels, notamment pour les actes de chirurgie réalisés dans les blocs opératoires. Des événements sont toujours déclarés à l'ASN en raison de dépassements des limites de dose aux extrémités des praticiens interventionnels. L'état de la radioprotection est cependant nettement meilleur dans les services qui utilisent ces techniques depuis longtemps, par exemple dans les services d'imagerie où sont réalisées des activités de cardiologie et de neurologie interventionnelles. Un travail important de sensibilisation de l'ensemble des professionnels reste nécessaire pour développer la culture de radioprotection des professionnels médicaux, paramédicaux, notamment pour ceux intervenant dans les blocs opératoires. La formation continue des professionnels, particulièrement des praticiens, et l'intervention du physicien médical pour l'optimisation des actes du point de vue de la radioprotection constituent deux axes majeurs de maîtrise des doses délivrées aux patients lors des actes interventionnels.

En scanographie, les examens diagnostiques contribuent de façon très importante à la dose collective reçue par la population, l'imagerie médicale étant la première source des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. La traçabilité de la justification médicale reste insuffisante. En effet, l'ASN constate lors de ses inspections un manque de traçabilité de cette justification et les difficultés rencontrées par les professionnels pour la mettre en œuvre. Le manque de formation des médecins demandeurs, de recours au Guide du bon usage des examens médicaux, l'absence de protocoles de justification des actes les plus courants expliquent pour partie le fait que ce principe de justification ne soit pas toujours respecté. En outre, le manque de disponibilité des autres modalités diagnostiques (IRM, échographie) ainsi que de professionnels de santé limitent la substitution d'actes irradiants par des actes non irradiants.

LE DOMAINE INDUSTRIEL ET DE LA RECHERCHE

Parmi les activités nucléaires dans le secteur **industriel**, la radiographie industrielle et, en particulier, la gammagraphie constituent, en raison de leurs enjeux de radioprotection, des secteurs prioritaires de contrôle pour l'ASN. L'ASN juge que la prise en compte des risques est contrastée suivant les entreprises, bien que le suivi dosimétrique des travailleurs soit généralement correctement effectué. Si les risques d'incidents et les doses reçues par les travailleurs sont globalement bien maîtrisés par les exploitants lorsque cette activité est réalisée dans une casemate conforme à la réglementation applicable, l'ASN juge toujours préoccupants les défauts observés en matière de signalisation de la zone d'opération lors des chantiers, même si une légère amélioration est observée sur ce point par rapport à 2019. L'ASN rappelle d'ailleurs la nécessité d'une maintenance régulière et de vérifications périodiques du bon fonctionnement des dispositifs de sécurité intégrés aux casemates afin que la ligne de défense qu'ils représentent pour éviter une exposition involontaire demeure efficace. L'ASN estime, plus généralement, que les donneurs d'ordre devraient privilégier les prestations de radiographie industrielle dans des casemates et non sur chantier.

Dans les autres secteurs prioritaires de contrôle pour l'ASN dans le secteur industriel (les irradiateurs industriels, les accélérateurs de particule dont les cyclotrons, les fournisseurs de sources radioactives et d'appareils en contenant), l'état de la radioprotection est jugé globalement satisfaisant. En ce qui concerne les fournisseurs, l'ASN estime que l'anticipation des actions liées à l'approche de la durée administrative de reprise

des sources (10 ans par défaut) ainsi que les contrôles avant livraison d'une source à un client sont des domaines où les pratiques doivent encore progresser.

Les actions engagées depuis plusieurs années ont permis des améliorations dans la mise en œuvre de la radioprotection au sein des laboratoires de recherche. Les améliorations les plus marquantes concernent les conditions d'entreposage des déchets et des effluents, notamment la mise en place de procédures de contrôle avant leur élimination ; des progrès sont toutefois encore nécessaires sur ce sujet, en particulier en vue de la reprise des sources radioactives scellées inutilisées « historiques ». Par ailleurs, l'enregistrement et l'analyse des événements pouvant conduire à une exposition accidentelle ou non intentionnelle des personnes aux rayonnements ionisants, notamment en raison d'une traçabilité insuffisante des sources radioactives détenues, restent trop peu systématiques même si des progrès sont observés.

En ce qui concerne les **utilisations vétérinaires des rayonnements ionisants**, l'ASN constate le résultat des efforts menés par les instances vétérinaires depuis plusieurs années pour se conformer à la réglementation, notamment dans les activités de radiologie conventionnelle sur des animaux de compagnie. Pour les pratiques liées aux grands animaux, tels que les chevaux, ou réalisées hors des établissements vétérinaires, l'ASN estime que la mise en place du zonage radiologique et la prise en compte de la radioprotection des personnes extérieures à l'établissement vétérinaire qui participent à la réalisation de la radiographie constituent des points de vigilance.

LE TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

En 2020, l'ASN estime que la sûreté des transports de substances radioactives est globalement satisfaisante. Si des incidents, routiers en majorité, ont affecté quelques transports, ils sont à mettre en perspective des 770 000 transports réalisés chaque année. Ils n'ont pas conduit à la dispersion de substances radioactives dans l'environnement. L'ASN relève en 2020 l'exposition significative, au-delà des limites réglementaires de dose, de trois conducteurs transportant des produits radiopharmaceutiques.

Le nombre d'événements significatifs relatifs au transport de substances radioactives sur la voie publique (75 événements déclarés à l'ASN en 2020) est en légère diminution par rapport à 2019, même si le nombre d'événements classés au niveau 1 de l'échelle INES reste stable. Les événements consistent essentiellement en :

- des non-conformités matérielles affectant un colis ou son arrimage au moyen de transport. Elles n'ont pas eu de conséquence réelle sur la radioprotection des personnes ou sur l'environnement, mais ont affaibli la résistance du colis (que l'accident survienne ou pas) ;
- des défauts de placardage des véhicules de transport ou des lacunes dans les documents de transport ;
- des non-respects des procédures internes conduisant à expédier des colis non conformes, à des erreurs de livraison ou à des pertes momentanées de colis.

Les inspections menées par l'ASN relèvent également fréquemment de tels écarts. Une plus grande rigueur au quotidien reste donc attendue des expéditeurs et transporteurs.

En ce qui concerne les transports liés au « cycle du combustible » et, plus généralement, aux INB, l'ASN estime que les expéditeurs doivent encore améliorer les dispositions visant à démontrer que le contenu réellement chargé dans l'emballage est conforme aux spécifications des certificats d'agrément des modèles de colis et aux dossiers de sûreté correspondants. Ceci concerne plus spécifiquement les transports liés à des installations de recherche ou à des évacuations de déchets radioactifs anciens.

Pour les transports effectués avec des colis ne nécessitant pas un agrément de l'ASN, des progrès sont constatés par rapport aux années précédentes, ainsi qu'une meilleure prise en compte des recommandations formulées dans le Guide n° 7 de l'ASN (tome 3). Les améliorations encore attendues portent généralement sur la description des contenus autorisés par type d'emballage, la démonstration de l'absence de perte ou de dispersion du contenu radioactif en conditions normales de transport, ainsi que de l'impossibilité de dépasser les limites de débit de dose applicables avec le contenu maximal autorisé.

Alors que les utilisations de radionucléides dans le secteur médical sont à l'origine d'un flux élevé de transports, la connaissance de la réglementation applicable à ces transports et les dispositions mises en place par certains centres hospitaliers ou centres de médecine nucléaire pour les expéditions et réceptions de colis doivent encore progresser. L'ASN estime que la radioprotection des transporteurs de produits radiopharmaceutiques, qui sont notablement plus exposés que la moyenne des travailleurs, devrait être améliorée. C'est d'ailleurs ce qu'illustrent les trois cas de dépassement de la limite d'exposition individuelle pour les travailleurs. Une inspection menée fin 2020 chez l'un des principaux commissionnaires de transport (la société Isovitale) auxquels les fabricants de produits radiopharmaceutiques font appel, parfois également en tant que transporteur, a d'ailleurs mis en lumière plusieurs lacunes dans la conduite de ses activités.





FAITS MARQUANTS 2020

CENTRALES NUCLÉAIRES AU-DELÀ DE 40 ANS

**Les conditions pour la poursuite
de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe** 24

10 ANS APRÈS L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA

**Les améliorations de sûreté apportées
aux installations nucléaires en France** 26

GESTION POST-ACCIDENTELLE

**Protéger et accompagner les populations
à la suite d'un accident nucléaire** 28

DÉMANTÈLEMENT

**La stratégie de démantèlement
des réacteurs UNGG** 30

GESTION DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS

Les grandes orientations du cinquième plan 32

Les conditions pour la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe

L'ASN a achevé l'instruction de la phase générique du 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe). L'ASN considère que l'ensemble des dispositions prévues par EDF et celles qu'elle prescrit ouvrent la perspective d'une poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe pour les 10 ans suivant leur 4^e réexamen périodique.



Centrale nucléaire du Tricastin

En France, l'autorisation de créer une installation nucléaire est délivrée par le Gouvernement, après avis de l'ASN. Cette autorisation est délivrée sans limitation de durée. Un examen approfondi, appelé «réexamen périodique», est réalisé tous les 10 ans pour évaluer les conditions de la poursuite du fonctionnement de l'installation pour les 10 ans qui suivent.

Les 32 réacteurs de 900 MWe d'EDF sont les plus anciens en fonctionnement en France. Leur 4^e réexamen périodique revêt une dimension particulière, puisqu'il avait été retenu lors de leur conception une hypothèse de 40 années de fonctionnement. La poursuite au-delà de cette période nécessite l'actualisation d'études de conception et des remplacements de matériels.

L'ASN souligne les objectifs ambitieux du 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe et le travail substantiel réalisé par EDF lors de sa phase générique. Elle souligne également l'ampleur des modifications prévues par EDF, dont la mise en œuvre apportera des améliorations significatives de la sûreté.

Le réexamen a déterminé une feuille de route pour réaliser les améliorations prescrites en matière de sûreté

Ces améliorations concernent en particulier **la maîtrise des risques liés aux agressions (incendie, explosion, inondation, séisme, etc.), la sûreté de la piscine d'entreposage du combustible et la gestion des accidents avec fusion du cœur.**

Dans sa décision n° 2021-DC-0706 du 23 février 2021, l'ASN a prescrit la réalisation des améliorations majeures de la sûreté prévues par EDF, ainsi que des dispositions supplémentaires qu'elle considère comme nécessaires pour atteindre les objectifs du réexamen. Cette décision clôt la phase dite «générique» du réexamen, qui concerne les études et les modifications des installations communes à tous les réacteurs de 900 MWe, ceux-ci étant conçus sur un modèle similaire.

Les dispositions prévues au stade générique du réexamen, ainsi que celles qui seront définies dans le cadre des études spécifiques à chaque site, devront être déclinées sur chaque réacteur en vue de la poursuite de son fonctionnement. L'ASN demande à EDF de réaliser la majeure partie des améliorations de sûreté avant la remise du rapport de conclusion du réexamen, et en pratique lors de la visite décennale de chaque réacteur. Les autres améliorations devront être réalisées au plus tard 5 ans après la remise de ce rapport. Ce délai est porté à 6 ans pour les premiers réacteurs, à savoir : Tricastin 1 et 2, Bugey 2, 4 et 5, Gravelines 1 et Dampierre 1.

Cet échelonnement est lié à l'ampleur des travaux sur chaque réacteur, qui se dérouleront de surcroît simultanément pour plusieurs réacteurs de 900 MWe. Il tient compte de la capacité du tissu industriel à les réaliser avec le niveau de qualité attendu, ainsi que de la nécessaire formation des opérateurs pour s'approprier ces évolutions.

L'ASN souligne les objectifs ambitieux du 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe et le travail substantiel réalisé par EDF dans le cadre de sa phase générique



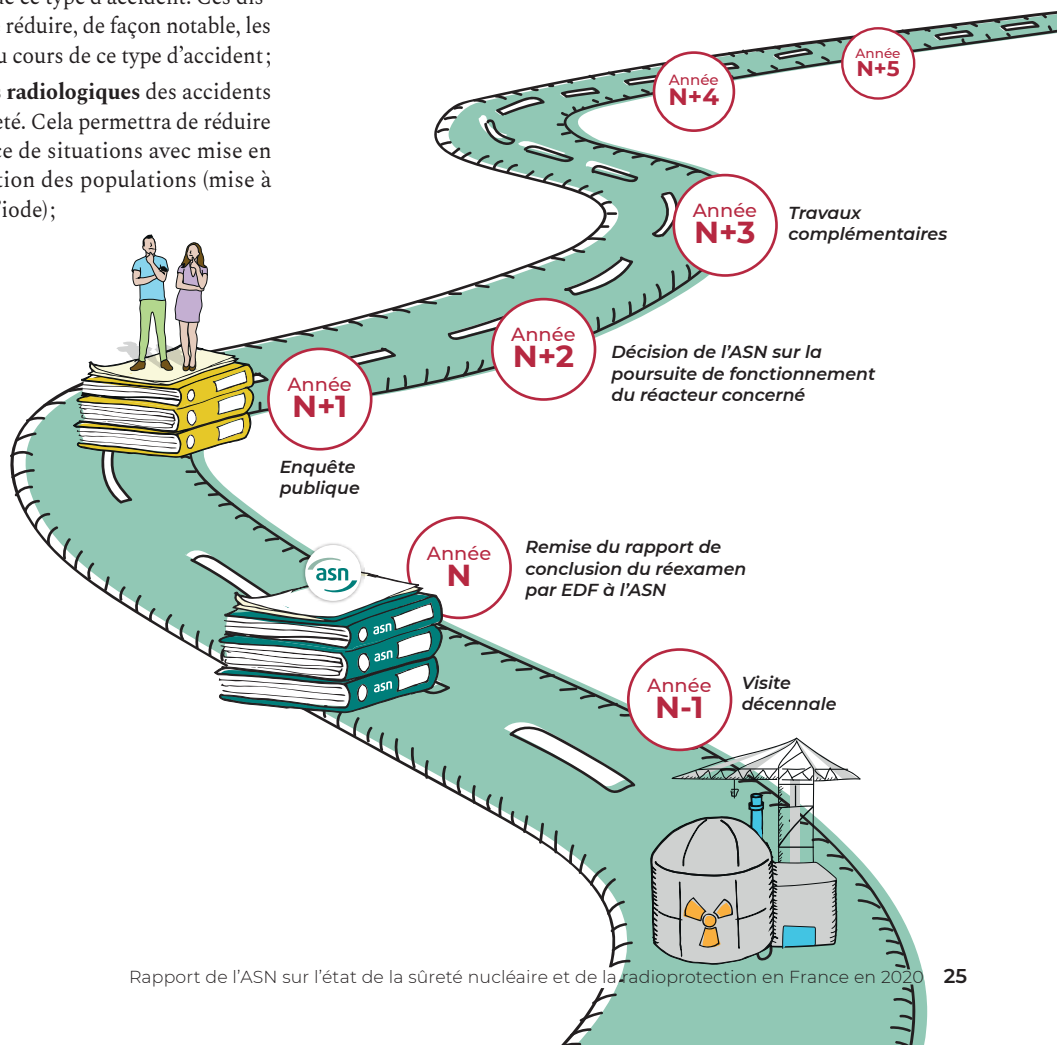
L'ASN a demandé à EDF de rendre compte annuellement des actions mises en œuvre pour respecter les prescriptions et leurs échéances, ainsi que de sa capacité industrielle et de celle de ses fournisseurs à réaliser dans les délais les modifications des installations. L'ASN demande que ces éléments soient rendus publics.

L'ASN considère que les dispositions prévues par EDF, complétées par les réponses aux prescriptions formulées par l'ASN, permettront d'atteindre les objectifs du réexamen et de rapprocher le niveau de sûreté des réacteurs de 900 MWe de celui des réacteurs les plus récents (troisième génération), notamment :

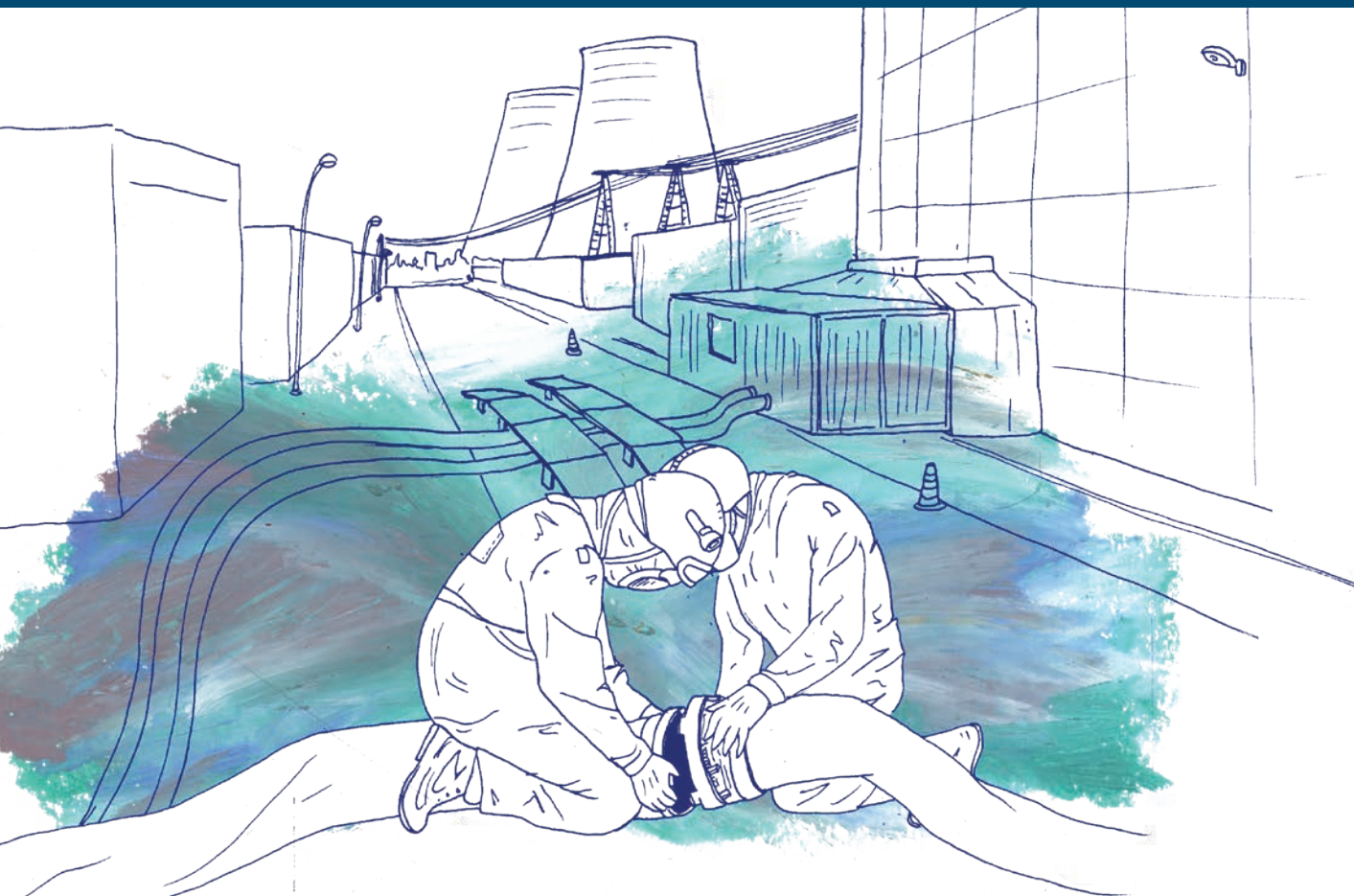
- **en vérifiant, sur un large périmètre, la conformité des réacteurs aux règles** qui leur sont applicables pour la sûreté;
- **en améliorant la prise en compte des « agressions »** (séisme, inondation, explosion, incendie, etc.). Les réacteurs pourront également faire face à des agressions plus sévères que celles retenues jusqu'à présent;
- **en réduisant le risque d'accident avec fusion du cœur** et en limitant les conséquences de ce type d'accident. Ces dispositions permettront ainsi de réduire, de façon notable, les rejets dans l'environnement au cours de ce type d'accident;
- **en limitant les conséquences radiologiques** des accidents étudiés dans le rapport de sûreté. Cela permettra de réduire significativement l'occurrence de situations avec mise en œuvre de mesures de protection des populations (mise à l'abri, évacuation, ingestion d'iode);

- **en améliorant les dispositions prévues pour gérer les situations accidentelles pour les piscines d'entreposage du combustible.**

Le public a été associé tout au long de la phase générique de ce réexamen. En particulier, les dispositions prévues par EDF ont fait l'objet d'une concertation entre septembre 2018 et mars 2019, sous l'égide du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire. L'ASN a également consulté le public, via son site Internet, sur son projet de décision entre le 3 décembre 2020 et le 22 janvier 2021. Cette consultation l'a amenée à modifier ou préciser certaines prescriptions de sa décision. C'est le cas notamment de certaines études prescrites par l'ASN, dont les échéances de réalisation ont été avancées. L'ASN a par ailleurs reporté certaines échéances en raison de contraintes industrielles et d'exploitation particulières, quand le report était acceptable du point de vue de la sûreté. L'ASN a également explicité sa position sur le calendrier de déploiement des modifications issues du réexamen périodique, ainsi que ses attentes vis-à-vis des écarts détectés lors de la visite décennale.



Vous pouvez consulter
Le cahier de l'ASN #02
[en ligne.](#)



Les améliorations de sûreté apportées aux installations nucléaires en France



Vous pouvez consulter
Le cahier de l'ASN #03
[en ligne.](#)

L'accident de la centrale nucléaire de Fukushima a mis en évidence la nécessité de renforcer la résilience des installations nucléaires et des organisations face à des situations extrêmes. Une mobilisation s'est enclenchée aux niveaux national, européen et international pour en tirer les enseignements. Dix ans après, quelles sont les avancées pour la sûreté des installations nucléaires en France ?

Les évaluations complémentaires de sûreté

Cette démarche française s'est inscrite dans un double cadre : d'une part, à la demande du Premier ministre (saisine de l'ASN du 23 mars 2011), la réalisation d'un audit de la sûreté nucléaire des installations nucléaires civiles françaises au regard des événements de Fukushima ; d'autre part, à la demande du Conseil européen (réunion des 24 et 25 mars 2011), la réalisation de tests de résistance (voir les chapitres 10, 11, 12 et 13).

Afin d'assurer la cohérence entre les cadres européen et français, le cahier des charges français des évaluations

complémentaires de sûreté (ECS) a été élaboré sur la base du cahier des charges européen, rédigé par l'association des autorités d'Europe de l'Ouest, WENRA (*Western European Nuclear Regulators' Association*). Une particularité toutefois, la démarche française a concerné toutes les installations et pas seulement les réacteurs électronucléaires.

La démarche a consisté à évaluer les marges dont disposent les installations au-delà des situations prises en compte dans les études de sûreté. Pour cela, des scénarios résultant de risques naturels extrêmes (séisme, inondation) ou de perte totale de systèmes importants pour la sûreté, comme les moyens d'alimentation électrique ou de refroidissement, ont été étudiés. La démarche a également porté sur la gestion des accidents graves pouvant résulter de ces scénarios.

L'instruction de ces évaluations a conduit l'ASN à imposer, dès 2012, des prescriptions aux exploitants des installations nucléaires présentant le plus d'enjeux (CEA, EDF, Orano) afin :

- de définir un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles visant à prévenir un accident grave ou en limiter sa progression, à limiter les rejets radioactifs massifs et à permettre à l'exploitant d'assurer ses missions dans la gestion d'une crise extrême ;
- de mettre en œuvre un ensemble d'actions correctives ou d'améliorations (notamment des moyens complémentaires d'appoint en eau et en électricité, instrumentations supplémentaires, amélioration de la gestion des situations d'urgence, etc.) et, pour EDF, une force d'action rapide nucléaire (FARN), permettant la projection de moyens extérieurs sur une centrale accidentée ;
- de réaliser des études de modifications et de moyens complémentaires permettant de faire face à des situations extrêmes (voir les chapitres 10, 11, 12 et 13).

L'ASN a ensuite complété ses demandes pour préciser certaines dispositions relatives au « noyau dur ».

Les demandes de l'ASN s'inscrivent dans un processus d'amélioration continue de la sûreté et visent à faire face à des situations très au-delà de celles retenues dans les études de sûreté. Cette démarche de « défense en profondeur », se distingue, au niveau international, par l'étendue des modifications induites.

Pour 22 installations moins prioritaires exploitées par le CEA, EDF, CIS bio international et le réacteur thermonucléaire expérimental international (*International thermonuclear experimental reactor* – ITER), les évaluations ont été remises en septembre 2012 et ont fait l'objet d'une instruction.

Enfin, pour la trentaine d'installations de moindre enjeu⁽¹⁾, un calendrier de remise des rapports d'ECS lors des réexamens périodiques a été déployé jusqu'en 2020.

1. Exploitées par l'Andra, EDF, le Ganil, Ionisos et Steris.

Des travaux massifs, cadencés dans le temps

La démarche d'amélioration a été encadrée par des prescriptions de l'ASN et cadencée dans le temps en raison de son ampleur :

- dans un premier temps, un renforcement rapide par des moyens mobiles (pompes, groupes électrogènes, moyens de communication) ;
- puis la mise en place progressive, au cours des dix dernières années, de moyens complémentaires mobiles ou fixes visant à assurer une alimentation en eau, en électricité ainsi qu'à gérer une crise ;
- enfin, pour les installations nucléaires de base dont les enjeux le justifient, la mise en place progressive d'un « noyau dur », qui constitue une ligne de défense supplémentaire afin de prévenir et limiter les rejets massifs en situation extrême, ainsi que les effets durables dans l'environnement.

Des améliorations effectives dès aujourd'hui

- Déploiement de moyens mobiles puis, progressivement, de moyens fixes, pour assurer de manière résiliente la gestion d'une situation de perte des alimentations électriques ou de perte de refroidissement.
- Renforcement des organisations de crise des exploitants ; renforcement des centres de crise existants ou création de centres de crise bunkérisés.
- Diminution des quantités de substances radioactives dans plusieurs laboratoires et anciennes usines : rationalisation des entreposages de déchets et de matières, mise à l'arrêt d'installations anciennes, telles que l'installation Comurhex.
- Évolution de la doctrine française de gestion des conséquences d'un accident nucléaire, notamment par une simplification des actions plus appropriées et compréhensibles par la population.

Demain, des installations et des organisations encore plus robustes

- Poursuivre, dans le cadre des réexamens périodiques, le déploiement du « noyau dur » dans les centrales nucléaires.
- Achever la construction des nouveaux locaux de crise bunkérisés pour les installations qui n'en sont pas encore dotées (EDF, CEA).
- Poursuivre le travail, dans le cadre du Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle (Codirpa), sur la culture de précaution et les dispositions de protection de la population en cas d'accident.



Protéger et accompagner les populations à la suite d'un accident nucléaire

Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle (Codirpa) est un groupe pluraliste, piloté par l'ASN, qui a vocation à proposer au Gouvernement des évolutions dans la stratégie nationale de protection des populations et de reconstruction à la suite d'un accident nucléaire. Créé en 2005 à la demande du Premier ministre, qui en précise le mandat, ce comité regroupe des experts, des représentants des services de l'État et de la société civile. Ses travaux sont rendus publics sur le site de l'ASN.

Mieux protéger les populations en tirant les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima

Entre 2014 et 2019, le Codirpa a proposé des évolutions de la doctrine post-accidentelle pour tenir compte des enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, au Japon. Ces propositions, validées par le Premier ministre en juin 2020, seront déclinées dans le Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur lors de sa prochaine mise à jour.

La principale de ces recommandations consiste en une simplification du zonage post-accidentel servant de base aux mesures de protection de la population :

- **Pour protéger la population du risque d'exposition externe⁽¹⁾**, un périmètre d'éloignement des populations (zone non habitable) serait mis en place. La consommation et la vente des denrées produites dans cette zone seraient interdites.

- **Pour limiter l'exposition de la population au risque de contamination par ingestion**, un périmètre de non-consommation des denrées fraîches produites localement⁽²⁾ serait délimité. Dans un premier temps, ce périmètre sera défini à partir du plus grand des périmètres de protection de la population (mise à l'abri, prise d'iode, etc.) établi lors de la phase d'urgence.
- **Concernant la commercialisation des denrées agricoles produites localement**, une approche territorialisée par filière de production serait adoptée. Des contrôles avant commercialisation seraient mis en place, permettant de garantir le respect des niveaux maximaux admissibles⁽³⁾ de contamination radioactive définis au niveau européen pour le commerce des denrées alimentaires.

Cette logique de zonage s'accompagnerait de la mise en œuvre d'actions de protection retenues dans le plan national (décontamination, etc.) en tenant compte de l'ampleur de l'accident, du résultat des mesures et de la perception de la situation par la population.

1. L'exposition externe correspond à l'exposition résultant de sources radioactives situées en dehors de l'organisme.

2. Les produits du jardin ou issus de cultures maraîchères et fruitières de plein air, ainsi que les produits prélevés dans le milieu naturel (tels que champignons, baies, produits de la chasse) et dans le milieu marin (coquillages, notamment dans les zones de pêche à pied).

3. Règlement (Euratom) 2016/52 du Conseil du 15 janvier 2016 fixant les niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive pour les denrées alimentaires et les aliments pour animaux après un accident nucléaire ou dans toute autre situation d'urgence radiologique.





Entre 2014 et 2019, le Codirpa a proposé des évolutions de la doctrine post-accidentelle pour tenir compte des enseignements de la catastrophe de Fukushima

Un accompagnement ciblé vers les différentes catégories d'acteurs de la gestion post-accidentelle

Pour répondre à la demande d'accompagnement des acteurs locaux, le Codirpa a proposé différents supports :

- un [site Internet](#) de sensibilisation au post-accident. Ce site permet aux élus, aux professionnels de santé, aux associations, aux personnels de l'éducation et aux acteurs économiques de trouver des documents et informations utiles pour préparer ou gérer la vie sur un territoire contaminé par un accident nucléaire;
- un **guide pratique** destiné aux habitants d'un territoire contaminé par un accident nucléaire;
- une **foire aux questions/réponses** établie avec et pour les professionnels de santé (publication en 2021).

Ce travail d'information sera poursuivi sur le long terme.



Vous pouvez télécharger le guide pratique [en ligne](#).

Les enjeux pour la période à venir

Le mandat du Premier ministre du 18 juin 2020 fixe les objectifs du Codirpa sur la période 2020-2024, avec comme principales priorités :

- la **gestion des conséquences d'un accident survenant dans une installation autre qu'une centrale nucléaire** (usines du « cycle du combustible », site d'entreposage de déchets, accident de transport, etc.);
- l'**impact d'un rejet radioactif dans les milieux aquatiques**;
- la **stratégie de réduction de la contamination et de gestion des déchets**;
- le **rôle des parties prenantes locales** dans le développement d'une culture de sécurité et de radioprotection autour des sites nucléaires.

Codirpa

Une structure pluraliste

Une centaine de participants aux réunions du Codirpa plénier, depuis 2013 :

- **33** personnes issues de l'administration
- **19** experts
- **17** personnes représentant les exploitants
- **16** personnes issues d'associations
- **4** représentants internationaux

Du 29 octobre 2014 au 29 octobre 2019 :

- **10** réunions plénières
- **61** réunions
- **7** groupes de travail et 4 sous-groupes :
 - Déchets
 - Rejets longs
 - Eau
 - Implication des parties prenantes
 - Santé groupe local
 - Santé groupe experts
 - Guide population
 - Site Internet
 - Refonte de la doctrine
 - Orientation du Codirpa
 - Alimentation



Réacteur UNGG du Bugey

La stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG

Les réacteurs nucléaires de première génération d'EDF sont des réacteurs de type uranium naturel-graphite-gaz (UNGG), le fonctionnement de ces réacteurs reposant sur l'utilisation d'uranium naturel comme combustible. Ce fonctionnement diffère de celui des réacteurs à eau sous pression-REP (voir chapitre 10), composant la totalité du parc électronucléaire français actuel, qui fonctionnent avec de l'uranium enrichi.

Le premier réacteur UNGG a été mis en service en 1963 à Chinon. Au total, six réacteurs de ce type ont été construits en France : à Chinon (Chinon A1, A2 et A3), à Saint-Laurent-des-Eaux (Saint-Laurent A1 et A2) et au Bugey (Bugey 1). Ces réacteurs ont été arrêtés entre 1973 et 1994 à la suite de l'abandon de cette filière au profit des REP. Le combustible, qui constituait la quasi-totalité du risque pour la sûreté de ces installations, en a été évacué. **Toutefois, certaines de ces installations n'ont été que partiellement démantelées avant d'être placées sous surveillance**, dans l'attente de leur démantèlement définitif. En effet, la pertinence d'un démantèlement immédiat des installations nucléaires n'a été reconnue par l'ensemble des acteurs qu'au début des années 2000. Cette notion a depuis été transcrite dans la loi en 2015,

le code de l'environnement imposant désormais un « démantèlement dans un délai aussi court que possible ».

Un changement de stratégie opéré pour le démantèlement

À ce jour, EDF n'a pas apporté les démonstrations permettant d'autoriser la suite du démantèlement des réacteurs Chinon A1 et A2. Les quatre autres réacteurs UNGG (Bugey 1, Chinon A3, Saint-Laurent A1 et A2) disposent d'une autorisation de démantèlement, suivant un scénario prévu par EDF au début des années 2000. **Ce scénario consistait à remplir d'eau le coeur du réacteur (également appelé « caisson ») pour réaliser les opérations de démantèlement**, afin de diminuer les risques liés aux rayonnements ionisants. EDF

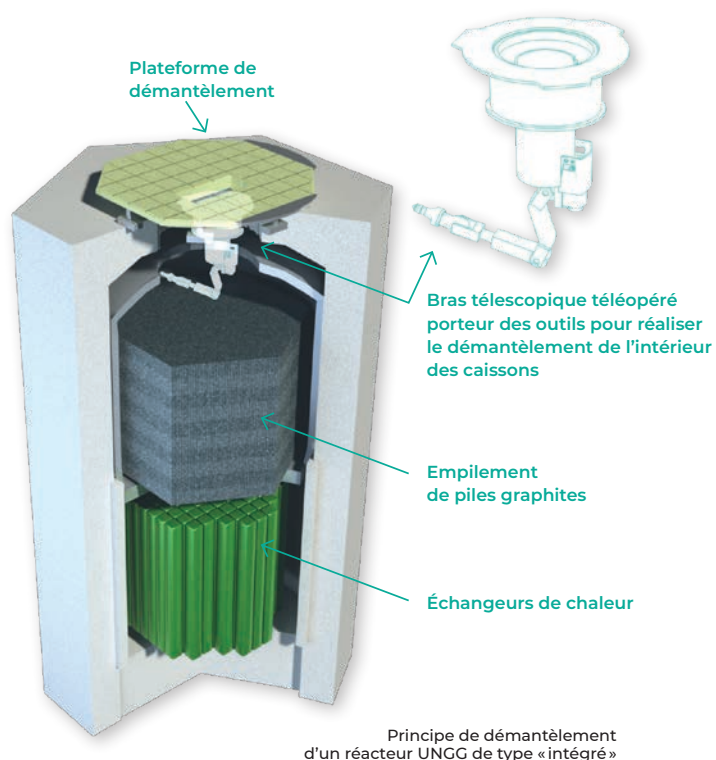
L'ASN prend acte des difficultés rencontrées pour la poursuite du démantèlement « sous eau » et étudiera [...] la sûreté des opérations prévues « sous air » et les délais associés

prévoyait initialement de finir le démantèlement de ces réacteurs respectivement en 2024, 2027 et 2031.

Compte tenu de difficultés techniques majeures (étanchéité du caisson et traitement de l'eau contaminée), mais également des avancées technologiques apportant d'autres solutions, notamment la téléopération, EDF a annoncé en 2016 que **le scénario de démantèlement « sous eau » n'était plus la solution de référence**, entraînant un changement de stratégie. EDF a ainsi retenu **un scénario de démantèlement « sous air », qui permet de s'affranchir des problématiques liées à l'utilisation d'eau**. Ce changement s'accompagne d'un report important des opérations de démantèlement des caissons pour ces réacteurs. En effet, EDF estime nécessaire de valider avec un démonstrateur industriel la faisabilité de certaines opérations complexes (par exemple, la découpe de béton de grande épaisseur ou l'utilisation d'outils fixés à un bras articulé devant descendre jusqu'à 20 mètres de profondeur), puis de réaliser le démantèlement complet d'un caisson avant d'entamer le démantèlement des cinq autres caissons. Par ailleurs, compte tenu des résultats des études engagées, EDF a augmenté significativement la durée nécessaire au démantèlement d'un réacteur.

L'ASN prend acte des difficultés rencontrées pour la poursuite du démantèlement « sous eau » et étudiera, au travers des dossiers de démantèlement des réacteurs UNGG, la sûreté des opérations prévues « sous air » et les délais associés. Après avoir réalisé l'examen de plusieurs dossiers justificatifs, auditionné EDF et mené des inspections sur le sujet, l'ASN estime que la réalisation d'un démonstrateur industriel de cette nouvelle technique de démantèlement est pertinente, afin notamment de qualifier les outils utilisés dans des conditions contraignantes. Néanmoins, l'ASN estime qu'attendre la fin du démantèlement du caisson d'un premier réacteur et son retour d'expérience, qui n'interviendrait qu'à l'horizon 2060-2070, pour commencer le démantèlement des caissons des autres réacteurs n'est pas acceptable vis-à-vis de l'obligation d'un démantèlement dans un délai aussi court que possible.

Après consultation du public, l'ASN a prescrit à EDF, dans les décisions de mars 2020, de déposer un dossier de demande de modification des décrets de démantèlement existants pour les réacteurs Bugey 1, Saint-Laurent A1 et A2, Chinon A3 et de déposer les dossiers de démantèlement des réacteurs n'en possédant pas (Chinon A1 et Chinon A2), au plus tard fin 2022. L'ASN a par ailleurs indiqué qu'EDF devra



notamment raccourcir les délais de démantèlement prévus dans sa stratégie de 2016, afin de respecter l'obligation législative du démantèlement dans un délai aussi court que possible pour chaque réacteur.

L'ASN a également prescrit à EDF de rendre compte des activités du démonstrateur industriel, dont la construction a commencé au quatrième trimestre de l'année 2020. De plus, l'ASN a prescrit à EDF la réalisation des opérations de démantèlement des locaux et équipements se trouvant autour du caisson, déjà autorisées et inchangées. En effet, seules les opérations de démantèlement du caisson ont été revues et s'avèrent plus complexes qu'initialement prévu. Les autres opérations de démantèlement doivent donc être poursuivies dans les meilleurs délais. EDF devra informer l'ASN régulièrement de l'avancement de ses études et de ses travaux.

Enfin, afin de fiabiliser le calendrier de démantèlement des réacteurs, **l'ASN demande à EDF de retenir des filières de gestion des déchets robustes pouvant conduire**, au besoin, à la création de nouveaux entreposages de déchets.

Les grandes orientations du cinquième plan

La loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs a institué l'élaboration périodique d'un Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR). Concrètement, celui-ci dresse un état des lieux détaillé des modalités de gestion des matières et des déchets radioactifs, que la filière soit opérationnelle ou à mettre en œuvre, puis formule des recommandations ou fixe des objectifs pour le développement de ces filières.



Installation Cedra du CEA de Cadarache

L'élaboration de la 5^e édition du PNGMDR a été précédée, pour la première fois, d'un débat public, organisé par la Commission nationale du débat public (CNDP). Mené entre avril et septembre 2019 sous l'égide d'une commission particulière de débat public (CPDP), ce débat a permis l'expression du public sur les grandes thématiques liées à la gestion des matières et déchets radioactifs. La CNDP et la CPDP ont publié en novembre 2019 les conclusions qu'elles tiraient du débat.

Le ministère chargé de l'énergie et l'ASN ont publié, le 21 février 2020, leur décision consécutive au débat public. Cette décision précise les grandes orientations de cette 5^e édition pour chaque filière de gestion. En particulier, elle prévoit un processus d'association renforcé des parties prenantes dans l'élaboration des éditions suivantes.

Au regard des conclusions du débat public, l'ASN, **en lien avec le ministère de la Transition écologique (MTE), a pris la décision de ne plus assurer la co-maîtrise d'ouvrage du prochain PNGMDR.** Le Gouvernement sera désormais seul signataire du plan.

L'ASN poursuit cependant son implication en assurant, avec le MTE, la coprésidence du groupe de travail PNGMDR. Ce groupe pluraliste se réunit plusieurs fois par an afin d'assurer le suivi de la mise en œuvre du plan.

L'ASN a analysé les études prescrites par l'arrêté du 23 février 2017 dans le cadre de l'édition 2016-2018 du PNGMDR, et a rendu, en 2020 et en 2021, **six avis par grande filière de gestion. Un septième avis devrait être publié au cours du deuxième trimestre 2021.**

Classification des déchets radioactifs et filières de gestion associées

CATÉGORIE	DÉCHETS DITS À VIE TRÈS COURTE	DÉCHETS DITS À VIE COURTE	DÉCHETS DITS À VIE LONGUE
Très faible activité (TFA)	<div style="background-color: #c00000; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">VTC</div> Gestion par décroissance radioactive	<div style="background-color: #c0c000; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">TFA</div> Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage)	
Faible activité (FA)		<div style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">FMA-VC</div> Stockage de surface (Centres de stockage de l'Aube et de la Manche)	<div style="background-color: #c00000; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">FA-VL</div> Stockage à faible profondeur à l'étude
Moyenne activité (MA)			<div style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">MA-VL</div> Stockage géologique profond en projet (projet Cigéo)
Haute activité (HA)	Non applicable		<div style="background-color: #008080; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">HA</div>

Ces avis, consultables sur asn.fr, constituent la contribution de l'ASN à l'établissement de la prochaine édition du PNGMDR, en mettant l'accent sur les enjeux principaux en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Ils appellent tout particulièrement l'attention du Gouvernement sur les éléments suivants.

Tout d'abord, l'ASN insiste sur l'importance de l'anticipation pour définir les options de gestion des matières et déchets radioactifs, permettant de **construire des perspectives concrètes de gestion sûre et pérenne de tous les types de déchets à l'horizon 2035/2040**.

En particulier :

- la nécessité que **les exploitants nucléaires mettent en œuvre tous les moyens nécessaires à la reprise et au conditionnement des déchets anciens** de moyenne et haute activité, en priorisant les actions du point de vue de la sûreté ;
- la nécessité que **les producteurs mettent en œuvre un programme ambitieux de caractérisation des colis de déchets bitumés**, indispensable pour développer la démonstration que tout ou partie des colis de déchets bitumés pourrait être stocké avec un haut niveau de sûreté sans traitement préalable dans le centre de stockage Cigéo ;
- l'absence de crédibilité des perspectives de transmutation à une échelle industrielle des déchets déjà conditionnés de l'inventaire de réserve de Cigéo. Si des études devaient se poursuivre sur le sujet, il conviendrait de **les faire porter sur les substances radioactives actuellement qualifiées de matières ou les déchets produits par un futur parc de réacteurs** ;
- la nécessité **d'anticiper les besoins d'entreposage. En particulier, la réalisation de capacités supplémentaires pour l'entreposage de combustibles usés** constitue un enjeu stratégique pour la sûreté globale des installations nucléaires. EDF ayant choisi l'option d'une piscine d'entreposage centralisé, l'ASN estime qu'elle doit déposer au plus tôt un dossier de demande d'autorisation de création ;
- le fait que le caractère valorisable des matières doit être apprécié en tenant compte des horizons temporels de disponibilité des filières industrielles d'utilisation de ces matières, et des volumes de matières concernés. L'ASN estime indispensable qu'**une quantité substantielle d'uranium appauvri soit requalifiée dès à présent en déchet** ;

- la nécessité pour la prochaine programmation pluriannuelle de l'énergie de **définir les perspectives au-delà de 2040 en matière de retraitement**.

L'ASN met également en avant la nécessité d'**associer l'ensemble des parties prenantes intéressées**, notamment les représentants des territoires impliqués ou susceptibles de l'être, par le biais d'analyses multicritères et multiacteurs, en particulier aux choix de gestion pour les déchets de très faible activité, les déchets de faible activité à vie longue, les stockages historiques de déchets radioactifs, les résidus de traitement miniers d'uranium et les stériles miniers d'uranium.

Enfin, l'ASN rappelle que la gestion des déchets de très faible activité doit rester, au principal, fondée sur le lieu d'origine des déchets et garantir leur traçabilité, grâce à des filières spécifiques. Toutefois, la valorisation de certains types de déchets, dont les volumes produits seront importants, est encouragée. L'ASN préconise notamment la mise en place d'un cadre spécifique de contrôle pour la poursuite du projet d'installation de valorisation de matériaux métalliques.

Le MTE pilotera en 2021 la rédaction de ce 5^e plan, son évaluation environnementale et la consultation du public. **L'ASN rendra ensuite un avis sur les projets de prescription élaborés par le MTE.**

Le plan sera alors rendu public et transmis pour avis à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.



Le ministère de la Transition écologique (MTE) a choisi de s'appuyer, pour l'élaboration de la 5^e édition de ce plan, sur une commission d'orientations, présidée par une personnalité qualifiée indépendante, et composée de producteurs de déchets radioactifs, d'exploitants d'installations de gestion de ces déchets, d'associations de protection de l'environnement ainsi que d'élus de la nation et de représentants des collectivités territoriales. **Elle rend des avis sur chaque thématique débattue, qui seront pris en compte dans le cadre de l'élaboration du prochain plan.**

ACTUALITÉS RÉGLEMENTAIRES

L'année 2020 a été marquée par une actualité normative particulière en raison des événements sanitaires.

Par ailleurs, plusieurs arrêtés et décisions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) appelés par les décrets de transposition de la [directive n° 2013/59/Euratom](#) du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants ont été publiés en 2020.

LES ACTUALITÉS NATIONALES

1.1 Les lois et les ordonnances

La [loi n° 2020-1525 du 7 décembre 2020 d'accélération et de simplification de l'action publique, dite «loi ASAP», a été publiée au Journal Officiel de la République française \(JORF\) du 8 décembre 2020.](#)

Les grands objectifs de la [loi ASAP](#) portent sur la suppression de commissions administratives (articles 1^{er} à 24), la déconcentration de décisions administratives individuelles (articles 25 à 33), la simplification des procédures applicables aux entreprises (articles 34 à 66), diverses simplifications (articles 67 à 139) et la suppression de «surtranspositions» de certaines directives européennes en droit français (articles 140 à 149).

Trois dispositions, en particulier, intéressent directement l'ASN :

- la première concerne la périodicité de la mise à jour du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) qui passe de 3 à 5 ans ;
- la deuxième porte sur le maintien de la Commission nationale d'évaluation du financement des charges de démantèlement des installations nucléaires de base (INB) et de gestion des combustibles usés et des déchets radioactifs (CNEF). Pour l'exercice de sa mission d'évaluation du contrôle de l'adéquation des provisions pour charges de démantèlement des INB la CNEF pourra consulter l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution (ACPR) ;
- enfin, la troisième permet «l'amélioration de la diffusion de l'information transmise au Conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (CODERST) : les documents transmis aux membres de cette instance dans les affaires qu'elle examine seront rendus publics. En matière nucléaire, cette obligation s'imposera lorsque le préfet saisira le CODERST, à la demande de l'ASN, d'un projet de prescriptions relatives aux prélèvements d'eau et aux rejets d'effluents d'une INB ou lorsque l'ASN saisira le CODERST d'un projet concernant un équipement non nécessaire dans le périmètre d'une INB.

Par ailleurs, la loi ASAP modifie de nombreuses dispositions relatives aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Elles s'appliqueront aux ICPE non nécessaires implantées dans le périmètre d'une INB :

- l'article 34 aménage les conditions d'application des nouvelles règles et prescriptions aux projets d'ICPE en cours d'instruction ;
- l'article 44 modifie les conditions de consultation du public sur certains projets ayant des incidences sur l'environnement ;
- l'article 56 permet au préfet d'autoriser l'exécution anticipée de certains travaux de construction avant la délivrance de l'autorisation environnementale.

Déférés au Conseil constitutionnel, les articles 34, 44 et 56 de la loi ASAP ont été déclarés conformes à la Constitution ([décision du Conseil constitutionnel n° 2020-807 DC du 3 décembre 2020](#)).

La [loi n° 2020-1672 du 24 décembre 2020 relative au parquet européen, à la justice environnementale et à la justice pénale spécialisée, publiée au JORF du 26 décembre 2020.](#)

Cette loi, qui traite de la mise en place du «Parquet européen» (titre I), dont le rôle consistera à enquêter et à poursuivre les fraudes concernant le budget de l'Union européenne et d'autres infractions portant atteinte aux intérêts financiers de l'Union européenne prévoit par ailleurs des dispositions relatives à la justice pénale spécialisée (titre II), visant en particulier à améliorer la lutte contre la délinquance environnementale. Des pôles régionaux spécialisés en matière d'atteintes à l'environnement sont ainsi créés (outre les deux pôles nationaux de Santé Publique à Marseille et Paris existant à ce jour), pour une gradation du traitement des infractions environnementales. Ils auront leur siège dans chaque cour d'appel et seront compétents en matière civile et pénale. Il crée également une convention judiciaire d'intérêt public (dite «convention environnementale»), nouvelle réponse judiciaire permettant de mettre en œuvre des mécanismes de compensation ou de réparation environnementales dans des affaires, à enjeu financier important, dirigées contre des personnes morales, pour assurer une réponse judiciaire rapide.

Les ordonnances portant sur l'état d'urgence sanitaire

La crise sanitaire a conduit le Gouvernement à adopter des mesures exceptionnelles. L'ASN a adapté ses méthodes de travail afin de tenir compte de ces mesures, en révisant son programme d'inspection s'agissant de sa mission de contrôle, mais également en mettant en œuvre les dispositions relatives à la gestion des échéances, des délais et des procédures administratives pendant la période d'urgence sanitaire, prévues par les ordonnances successives en matière de délais de procédures (voir l'ordonnance n° 2020-306 du 25 mars 2020 *relative à la prorogation des délais échus pendant la période d'urgence sanitaire et à l'adaptation des procédures pendant cette même période*, modifiée par l'ordonnance n° 2020-427 du 15 avril 2020 *portant diverses dispositions en matière de délais pour faire face à l'épidémie de Covid-19* et l'ordonnance n° 2020-560 du 13 mai 2020 *fixant les délais applicables à diverses procédures pendant la période d'urgence sanitaire*).

Les dispositions de ces ordonnances avaient pour objet de permettre la continuité de l'action de l'administration tout en assurant la régularité des procédures et la protection des administrés.

L'ordonnance n° 2020-306 du 25 mars 2020 comprenait un titre I^{er} consacré aux dispositions générales relatives à la prorogation des délais et un titre II consacré aux délais et procédures en matière administrative.

L'article 1^{er} de l'ordonnance déterminait la « période juridiquement protégée », c'est-à-dire la période prise en compte pour déterminer si un délai entrait dans le champ de l'ordonnance.

Les autres dispositions de l'ordonnance fixaient la nature des délais concernés ainsi que la manière dont leur computation était affectée.

Cette « période juridiquement protégée » débutait le 12 mars 2020 pour se terminer le 23 juin 2020 à minuit.

L'ordonnance, publiée le 26 mars 2020, était donc rétroactive, puisqu'elle s'appliquait à des délais en cours ou échus au 12 mars 2020.

Tout d'abord, l'ordonnance prévoyait un report du terme ou de l'échéance de la réalisation de certains actes ou formalités. Ainsi, les délais dans lesquels devaient être accomplis des actes ou formalités (etc.), qui devaient être réalisés entre le 12 mars et le 23 juin 2020, ont été prorogés, à compter de la fin de cette période pour la durée qui était également impartie, dans la limite de deux mois.

Ainsi, l'ordonnance ne supprimait pas la réalisation de tout acte ou formalité dont le terme devait échoir dans la période juridiquement protégée, mais permettait simplement de considérer comme n'étant pas tardif l'acte réalisé dans le délai supplémentaire impartie.

Pour illustration, une demande de renouvellement d'une autorisation ou le dépôt d'un rapport de réexamen, qui aurait dû être fait entre le 12 mars et le 23 juin 2020, devait être effectué au plus tard le 23 août 2020 pour être réputé avoir été fait dans les temps et donc régulièrement.

Par ailleurs, l'ordonnance prévoyait que les autorisations et agréments en vigueur, qui avaient une échéance entre le 12 mars et le 23 juin 2020, étaient prolongés jusqu'au 23 août 2020, sauf si l'ASN y mettait fin ou les modifiait avant.

À titre d'exemple, les autorisations délivrées au titre du code de la santé publique, arrivées à échéance pendant cette période, étaient donc prorogées de plein droit jusqu'au 23 août 2020.

Ensuite, l'ordonnance comportait des dispositions qui suspendaient ou reportaient certains délais de procédure. Cette suspension des délais ne suspendait pas pour autant l'instruction des demandes elle-même, ni la capacité de l'ASN à délivrer des titres administratifs.

Cette possibilité était toutefois réservée aux cas où aucune procédure de consultation ou de participation du public n'est requise, dès lors que les délais fixés pour l'accomplissement de ces procédures étaient également suspendus ou reportés.

Enfin, les délais imposés par l'administration, conformément à la loi et au règlement, à toute personne pour réaliser des contrôles et des travaux ou pour se conformer à des prescriptions de toute nature étaient également suspendus, à compter du 12 mars 2020 jusqu'au 23 juin 2020.

Il s'agissait des délais fixés par des décisions individuelles, prescriptions, mises en demeure (etc.).

Le point de départ des délais de même nature qui auraient dû commencer à courir pendant cette même période était reporté jusqu'à l'achèvement de celle-ci.

Une disposition prévoyait la possibilité de faire exception au principe de suspension des délais, par décret fixant les catégories d'actes, de procédures et d'obligations pour lesquels, pour des motifs de protection des intérêts fondamentaux de la Nation, de sécurité, de protection de la santé, de salubrité publique, de préservation de l'environnement et de protection de l'enfance et de la jeunesse, le cours des délais reprenait.

Par exemple, les délais relatifs à certaines obligations de contrôle pour les équipements sous pression et les équipements sous pression nucléaires ont repris leurs cours à compter du 3 avril 2020.

1.2 Les décrets et les arrêtés

1.2.1 La radioprotection

TEXTES PRIS EN APPLICATION DU CODE DE LA SANTÉ PUBLIQUE

► Interdiction d'addition de radionucléides

L'arrêté du 25 mai 2020 accordant dérogation à l'interdiction d'addition de radionucléides énoncée à l'article R. 1333-2 du code de la santé publique pour l'ajout de krypton-85 et de thorium-232 dans certaines lampes à décharge accorde aux sociétés Dr Fischer Europe SAS, Lumileds France SAS, Osram Lighting, Signify France et Tungfram Lighting SAS une dérogation à l'interdiction d'addition de radionucléides pour l'ajout de krypton-85 et de thorium-232 dans certaines lampes à décharge.

► Le radon

L'[arrêté du 26 octobre 2020](#) relatif à la communication des résultats de l'analyse des dispositifs de mesure intégrée du radon et des données associées à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) est pris pour l'application de l'article R. 1333-31 du code de la santé publique. Il définit la nature des données à communiquer par les organismes accrédités pour l'analyse des dispositifs passifs de mesure intégrée du radon à l'IRSN et précise les modalités de transmission des données.

► Les eaux destinées à la consommation humaine

L'[arrêté du 6 avril 2020](#) modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux adapte les dispositions de l'arrêté du 5 juillet 2016 modifié concernant les conditions de délivrance de l'agrément par le ministère chargé de la santé pour le mesurage du radon-222 dans les eaux jusqu'au 31 décembre 2020.

TEXTES PRIS EN APPLICATION DU CODE DU TRAVAIL

L'[arrêté du 28 janvier 2020](#) modifiant l'arrêté du 15 mai 2006 modifié relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées dites « zones délimitées » compte tenu de l'exposition aux rayonnements ionisants, met en cohérence les dispositions de l'arrêté du 15 mai 2006 avec les dispositions du code du travail relatives à la délimitation des zones au titre des rayonnements ionisants. Les dispositions contraires ou redondantes avec le code du travail ont ainsi été supprimées. C'est le cas notamment des dispositions relatives :

- aux niveaux d'exposition permettant de définir les zones et à l'acheminement des matières radioactives qui sont désormais fixées dans le code du travail ;
- aux conditions d'accès en zone et aux règles d'hygiène et sécurité dans les zones réglementées qui ont été supprimées pour prendre en compte les nouvelles dispositions du code du travail et celles existant dans le droit commun.

L'entrée en vigueur de l'arrêté modifié a rendu applicable toutes les dispositions du code du travail relatives à la délimitation des zones.

L'[arrêté du 23 octobre 2020](#) relatif aux mesurages réalisés dans le cadre de l'évaluation des risques et aux vérifications de l'efficacité des moyens de prévention mis en place dans le cadre de la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants est pris en application de l'article R. 4451-51 du code du travail. Il précise les modalités de réalisation des mesurages effectués dans le cadre de l'évaluation des risques. L'arrêté réorganise les modalités et les conditions de réalisation des contrôles techniques, désormais dénommés « vérifications », en les proportionnant à l'ampleur des enjeux liés à la radioprotection des travailleurs. Le recours à un organisme accrédité n'est imposé qu'à la mise en service de l'installation et des équipements de travail ainsi qu'à l'issue de toute modification importante de ceux-ci susceptible d'affecter la santé et la sécurité des travailleurs. Enfin, l'employeur a la possibilité d'assurer par les moyens propres de l'entreprise, notamment par ou sous la supervision de son conseiller à la radioprotection, les vérifications périodiques.

1.2.2 Les installations nucléaires de base

L'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (dit « arrêté INB »)

Des travaux de révision de cet arrêté ont été engagés en 2019 et se sont poursuivis en 2020 par la rédaction de propositions de modifications de l'arrêté. Ces propositions ont été établies en prenant en compte le retour d'expérience de l'application de l'arrêté depuis 6 ans et les observations et propositions de modification des exploitants.

L'ensemble des parties prenantes sera consulté sur le projet d'arrêté modificatif.

1.2.3 La sécurité des sources radioactives

L'[arrêté du 24 juin 2020](#) modifiant l'arrêté du 29 novembre 2019 relatif à la protection des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance a reporté les échéances d'application initiales de 6 mois, motivée par la première période d'urgence sanitaire et notamment la période juridiquement protégée instaurée à cette occasion.

1.2.4 Le transport de substances radioactives

L'[arrêté du 29 mai 2009](#) relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres (dit « arrêté TMD ») a été modifié par l'[arrêté du 10 décembre 2020](#) dérogeant à certaines dispositions de l'arrêté du 29 mai 2009 relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres pour, outre la prise en compte des amendements des règlements internationaux et la mise à jour de références réglementaires ou techniques obsolètes, introduire une procédure dématérialisée de désignation des conseillers à la sécurité des transports de matières dangereuses (CSTMD – article 6 de l'arrêté TMD).

L'arrêté du 25 novembre 2020 a modifié l'arrêté du 6 février 2019 relatif à la désignation de l'organisme chargé d'organiser les examens initiaux et de renouvellement du certificat de conseiller à la sécurité pour le transport par route, par rail ou par voie navigable de marchandises dangereuses. Au titre du 1.8.3.12.5 des règlements internationaux modaux des transports, l'examen permettant d'obtenir le certificat de conseiller à la sécurité, organisé par l'autorité compétente ou par un organisme examinateur désigné par elle, peut être effectué, en tout ou partie, sous forme d'examen électronique. Les technologies ayant rapidement évolué durant les dernières années, une dématérialisation progressive de l'examen de conseiller sécurité transports matières dangereuses est introduite. Cette dématérialisation permettra à terme :

- d'augmenter le nombre de sessions d'examens par an et d'offrir un plus large choix de lieux d'examen, limitant ainsi les longs déplacements ;
- de procéder à des inscriptions en ligne donnant au candidat plus de choix de dates et de lieux d'examen ;
- de réduire significativement le délai de transmission des résultats.

L'[arrêté du 17 novembre 2020](#) a modifié le règlement annexé à l'arrêté du 18 juillet 2000 réglementant le transport et la manutention des matières dangereuses dans les ports maritimes (RPM). La modification du RPM procède à une actualisation en profondeur des dispositions et références des textes applicables dans le cas de séjour temporaire de matières et d'objets de la classe 7. Cette actualisation se réfère aussi bien à des textes internationaux (*International Maritime Dangerous Goods Code* – Code IMDG), qu'à des dispositions nationales (code du travail, code de la santé publique, arrêtés spécifiques, et leurs textes de mise en œuvre).

1.3 Les décisions de l'ASN

1.3.1 La radioprotection

Décision n° 2020-DC-0694 de l'ASN du 8 octobre 2020 relative aux qualifications des médecins ou chirurgiens-dentistes qui réalisent des actes utilisant des rayonnements ionisants à des fins médicales ou de recherche impliquant la personne humaine, aux qualifications requises pour être désigné médecin coordonnateur d'une activité nucléaire à des fins médicales ou pour demander une autorisation ou un enregistrement en tant que personne physique

L'article L. 1333-18 du code de la santé publique indique que « les rayonnements ionisants ne peuvent être utilisés sur le corps humain qu'à des fins de diagnostic médical, de prise en charge thérapeutique, de dépistage, de prévention ou de recherches biomédicales ». L'article R. 1333-68 de ce code précise que les examens et les actes utilisant les rayonnements ionisants à des fins médicales sont réalisés par des médecins et chirurgiens-dentistes justifiant des compétences requises et par des manipulateurs d'électroradiologie médicale intervenant sous leur responsabilité.

La décision de l'ASN apporte des précisions pour définir les qualifications :

1. du médecin ou du chirurgien-dentiste qui réalise des actes utilisant des rayonnements ionisants à des fins médicales ou de recherche impliquant la personne humaine ;
2. du médecin qui assure la coordination des mesures prises pour assurer la radioprotection des patients (article R. 1333-131 du code de la santé publique) ;
3. de la personne physique responsable d'une activité nucléaire à finalité médicale, c'est-à-dire un médecin qui déclare une activité nucléaire à l'ASN ou un médecin qui sollicite une autorisation de l'ASN en radiothérapie, en médecine nucléaire ou en scanographie.

Cette décision abroge la décision n° 2011-DC-0238 de l'ASN du 23 août 2011 relative aux qualifications au sens de l'article R. 1333-45 du code de la santé publique requises pour les personnes responsables d'une activité nucléaire à des fins médicales.

1.3.2 Les équipements sous pression

Décision n° 2020-DC-0688 de l'ASN du 24 mars 2020 relative à l'habilitation des organismes chargés du contrôle des équipements sous pression nucléaires

Cette décision fixe les modalités d'habilitation des organismes œuvrant dans le domaine du contrôle des équipements sous pression nucléaires, que ce soit pour les aspects fabrication ou suivi en service. Elle reconnaît les normes NF EN ISO/CEI 17020 « Évaluation de la conformité – Exigences pour le fonctionnement de différents types d'organismes procédant à l'inspection » et NF EN ISO/CEI 17021 « Exigences pour les organismes procédant à l'audit et à la certification de systèmes de management », complétées des exigences spécifiques figurant à l'annexe 2, comme valant présomption de conformité aux garanties en termes d'organisation, d'indépendance et de compétences telles qu'énoncées aux articles L. 557-31 et R. 557-4-2 du code de l'environnement. L'annexe 1 fixe le processus à suivre par un organisme candidat à l'habilitation ou à un renouvellement, l'annexe 2 fixe des exigences spécifiques à respecter pour obtenir cette habilitation.

Cette décision abroge la décision n° 2007-DC-0058 du 8 juin 2007.

Elle est entrée en vigueur le 2 juillet 2020, après la publication au *Journal Officiel* de son arrêté d'homologation du 25 mai 2020.

1.4 Les guides professionnels approuvés par l'ASN

Guide n° 30 relatif à la politique en matière de maîtrise des risques et inconvénients des installations nucléaires et au système de gestion intégrée des exploitants

Le Guide n° 30 de l'ASN regroupe des recommandations de l'ASN pour l'application :

- des articles L. 593-6 et R. 593-63 du code de l'environnement, ainsi que du titre II de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux INB ;
- des articles L. 593-6-1 et R. 593-9 à R. 593-13 du code de l'environnement, qui encadrent le recours à des intervenants extérieurs par les exploitants d'INB.

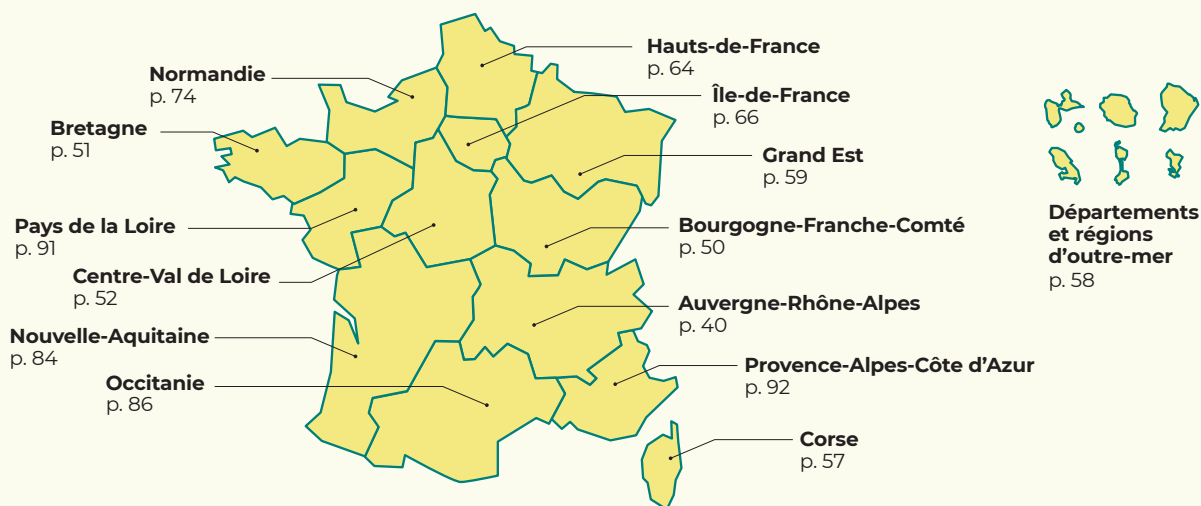
Ces recommandations concernent toutes les INB, qu'elles soient en phase de conception, de construction, de mise en service, de fonctionnement, d'arrêt définitif, de [démantèlement](#) ou, pour les installations de stockage de [déchets radioactifs](#), en phase de fermeture ou de surveillance.

Ce guide s'inscrit dans le cadre des travaux visant à intégrer dans le cadre réglementaire français plusieurs positions prises par l'association des chefs d'autorités de sûreté d'Europe de l'Ouest (*Western European Nuclear Regulators' Association* – [WENRA](#)), en particulier les « niveaux de référence » pour les réacteurs existants.

Les recommandations énoncées dans ce guide sont l'aboutissement de plusieurs années de travail de l'ASN et ont fait l'objet d'échanges techniques avec les exploitants français. Le guide a fait l'objet d'une consultation du public sur le site Internet de l'ASN en décembre 2019.

Le panorama régional de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) dispose de 11 divisions territoriales lui permettant d'exercer ses missions de contrôle sur l'ensemble du territoire métropolitain et dans les collectivités et départements d'outre-mer. Plusieurs divisions de l'ASN peuvent être amenées à intervenir de manière coordonnée dans une même région administrative. Au 31 décembre 2020, les divisions de l'ASN comprennent 231 agents, dont 175 inspecteurs.



Les divisions de l'ASN mettent en œuvre, sous l'autorité des délégués territoriaux (voir chapitre 2), les missions de contrôle de terrain des installations nucléaires de base (INB), des transports de substances radioactives et des activités nucléaires de proximité; elles instruisent la majorité des demandes d'autorisation déposées auprès de l'ASN par les responsables d'activités nucléaires exercées sur leur territoire. Elles contrôlent, pour ces activités et dans ces installations, l'application de la réglementation relative à la sûreté nucléaire, à la radioprotection, aux équipements sous pression ainsi qu'aux installations classées pour la protection de l'environnement. Elles assurent l'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

En situation d'urgence radiologique, les divisions de l'ASN contrôlent les dispositions prises par l'exploitant sur le site pour mettre l'installation en sûreté et assistent le préfet de département, responsable de la protection des populations. Dans le cadre de la préparation à ces situations, elles participent à l'élaboration des plans d'urgence établis par les préfets et aux exercices périodiques.

Les divisions de l'ASN contribuent à la mission d'information du public. Elles participent, par exemple, aux réunions des commissions locales d'information (CLI) des INB et entretiennent des relations régulières avec les médias locaux, les élus, les associations, les exploitants et les administrations locales.

Cette partie présente l'action de contrôle de l'ASN dans les INB de chaque région et son appréciation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Les actions d'information du public et les relations transfrontalières sont évoquées respectivement dans les chapitres 5 et 6.



IMPORTANT

Le contrôle des activités nucléaires de proximité (médical, recherche et industrie, transport) est présenté dans les chapitres 7, 8, 9.



DOMAINE MÉDICAL > 07



DOMAINE RECHERCHE ET INDUSTRIE > 08



DOMAINE TRANSPORT > 09



Région Auvergne-Rhône-Alpes

La division de Lyon contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 12 départements de la région [Auvergne-Rhône-Alpes](#).

En 2020, l'ASN a réalisé 293 inspections dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, dont 96 inspections dans les centrales nucléaires du Bugey, de Saint-Alban, de Cruas-Meysses et du Tricastin, 81 inspections dans les usines et les installations en démantèlement, 101 inspections dans le nucléaire de proximité et 15 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives.

L'ASN a par ailleurs réalisé 32 journées d'inspection du travail, dans les quatre centrales nucléaires et sur le site de Creys-Malville.

Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN a dressé trois procès-verbaux et mis en demeure un responsable d'activité nucléaire de se conformer à la réglementation.

En 2020, 30 événements significatifs, classés au niveau 1 de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (INES), ont été déclarés à l'ASN, dont 28 survenus dans les INB et 2 dans le nucléaire de proximité.

Par ailleurs, un événement a été classé au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO (échelle spécifique pour les événements de radioprotection affectant des patients dans le cadre d'une procédure de radiothérapie).

SITE DU BUGEY

Le site industriel du Bugey comprend diverses installations, dont la centrale nucléaire du Bugey, exploitée par EDF, dans la commune de Saint-Vulbas, dans le département de l'Ain, à 35 kilomètres (km) à l'est de Lyon. Elle est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression (REP) d'une puissance de 900 mégawatts électriques (MWe) chacun, mis en service en 1978 et 1979. Les réacteurs 2 et 3 constituent l'INB 78, les réacteurs 4 et 5 constituent l'INB 89.

Le site comprend également un réacteur de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG), Bugey 1, mis en service en 1972 et arrêté en 1994, actuellement en cours de démantèlement, ainsi que l'installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) et le Magasin interrégional (MIR) d'entreposage du combustible.

Enfin, le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention créée en 2011 par EDF, à la [suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima](#) au Japon. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

Centrale nucléaire du Bugey

Réacteurs 2, 3, 4 et 5 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances globales de la centrale nucléaire du [Bugey](#) en matière de sûreté nucléaire, de

radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. L'incidence de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 a été maîtrisée de manière satisfaisante par la centrale nucléaire, particulièrement en ce qui concerne la surveillance et l'exploitation des installations, le maintien de l'organisation de crise et la gestion des déchets.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN estime que les performances de la centrale nucléaire, tout en étant similaires à l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF, restent contrastées. Les fragilités observées en 2019 sur le respect des spécifications techniques d'exploitation, sur la mise en œuvre des pratiques de fiabilisation et sur la mise en configuration des circuits ont persisté en 2020. De plus, des manques de rigueur ont été constatés concernant la surveillance en salle de commande ainsi que l'identification et le traitement des écarts. En revanche, l'ASN relève des améliorations de la surveillance des prestataires, de la déclinaison des référentiels d'exploitation et de maintenance ainsi que des progrès concernant la maîtrise de l'intégrité de la première barrière, constituée par les gaines des assemblages de combustible. Sur le plan de la maintenance, les quatre réacteurs de la centrale nucléaire du Bugey ont été arrêtés en 2020 pour maintenance programmée et renouvellement partiel du combustible. Outre le contexte de la crise sanitaire, l'ASN considère que la maîtrise des arrêts doit encore progresser en 2020, des améliorations étant notamment attendues sur la gestion des écarts de conformité, la planification et la préparation des activités de



maintenance ainsi que l'assurance de la qualité des activités. Les réacteurs 2 et 4 de la centrale nucléaire du Bugey ont été mis à l'arrêt respectivement en janvier et novembre 2020 pour leur quatrième visite décennale, qui constitue une étape du quatrième réexamen périodique.

En matière de radioprotection, l'ASN estime que les performances de la centrale nucléaire sont conformes à l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF. La mise en œuvre de la démarche d'optimisation de la radioprotection lors des arrêts de réacteur est satisfaisante. Des fragilités sont toutefois toujours observées concernant la propreté radiologique des installations.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. La gestion des déchets est considérée comme globalement satisfaisante. La maîtrise du confinement liquide, notamment la prévention des risques de fuite des ouvrages enterrés (tuyauteries et conduites) qui véhiculent des fluides radioactifs et chimiques, a progressé. En revanche, la maîtrise de la conformité des ouvrages ultimes concourant à la protection de l'environnement doit progresser et les écarts de ces équipements doivent être traités avec la même rigueur que ceux en lien avec la sûreté nucléaire. Enfin, des améliorations sont attendues concernant la gestion des situations d'urgence relatives à l'environnement.

En matière de santé et de sécurité au travail, les inspections de l'ASN ont également montré le respect des engagements pris par EDF. L'ASN relève le travail notable engagé par la centrale nucléaire pour le traitement des écarts concernant la sécurité et sur le contrôle des échafaudages. Sur le plan de la protection des travailleurs au regard de la crise sanitaire, l'ASN a constaté que le site avait mis en place, dès le mois de mars 2020, des mesures de protection adaptées qui ont évolué au fur et à mesure de l'avancée des connaissances. Des améliorations sont attendues de la part d'EDF pour la démonstration de la conformité de la ventilation des locaux à risque de pollution spécifique et des installations se trouvant dans des zones identifiées à risque d'explosion.

Réacteur 1 en démantèlement

[Bugey 1](#) est un réacteur de la filière UNGG. Ce réacteur de première génération, qui fonctionnait avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisait le graphite comme modérateur et était refroidi au gaz. Le réacteur Bugey 1 est un réacteur UNGG «intégré», dont les échangeurs de chaleur se situent sous le cœur du réacteur à l'intérieur du caisson.

En mars 2016, compte tenu des difficultés techniques, EDF a annoncé un changement complet de stratégie de démantèlement de ses réacteurs définitivement à l'arrêt. Dans cette nouvelle stratégie, le scénario de démantèlement prévu pour l'ensemble des caissons de réacteur est un démantèlement «sous air», et non plus «sous eau» comme envisagé initialement. Par [décision n° CODEP-CLG-2020-021253 du président de l'ASN du 3 mars 2020](#), dans le cadre de la modification de la stratégie de démantèlement d'EDF, l'ASN a prescrit à EDF d'achever, au plus tard en 2024, les opérations de

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **4 centrales nucléaires exploitées par EDF :**
 - Bugey (4 réacteurs de 900 MWe),
 - Saint-Alban (2 réacteurs de 1300 MWe),
 - Cruas-Meysses (4 réacteurs de 900 MWe),
 - Tricastin (4 réacteurs de 900 MWe);
- **les usines de fabrication de combustibles nucléaires exploitées par Framatome à Romans-sur-Isère;**
- **les usines du « cycle du combustible nucléaire » exploitées par Orano sur la plateforme industrielle du Tricastin;**
- **la Base chaude opérationnelle du Tricastin (BCOT) exploitée par EDF;**
- **le Réacteur à haut flux (RHF) exploité par l'Institut Laue-Langevin à Grenoble;**
- **l'Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) en construction sur le site nucléaire du Bugey et le Magasin interrégional (MIR) de combustible du Bugey, exploités par EDF;**
- **le réacteur 1 en démantèlement de la centrale nucléaire du Bugey, exploité par EDF;**
- **le réacteur Superphénix en démantèlement à Creys-Malville, exploité par EDF, ainsi que ses installations annexes;**
- **l'irradiateur Ionisos à Dagneux;**
- **les réacteurs et usines du CEA à Grenoble, en attente de déclassement;**
- **le centre de recherche international du CERN, situé à la frontière entre la Suisse et la France;**
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :**
 - 22 services de radiothérapie externe,
 - 6 services de curiethérapie,
 - 23 services de médecine nucléaire,
 - 130 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
 - 148 scanners au sein de 115 établissements,
 - environ 10 000 appareils de radiologie médicale et dentaire;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :**
 - un synchrotron,
 - environ 700 structures vétérinaires (cabinets ou cliniques),
 - 34 agences de radiologie industrielle,
 - environ 600 utilisateurs d'équipements industriels,
 - environ 70 unités de recherche;
- **des activités liées au transport de substances radioactives;**
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
 - 3 organismes et 7 agences pour le contrôle de la radioprotection.



p. 206



p. 238



p. 268

L'ASN a autorisé, le 28 juillet 2020, la mise en service d'Iceda et encadré l'exploitation de l'installation par des prescriptions relatives au domaine de fonctionnement, aux durées maximales d'entreposage des déchets radioactifs, à la définition de critères de déclenchement du plan d'urgence interne, au contenu du dossier de fin de démarrage, au respect des hauteurs de qualification des colis de déchets, et aux modalités de réception des crayons sources de Chooz A. Le premier colis de déchets activés a été réceptionné fin septembre.

L'ASN a également fixé le délai dans lequel EDF remettra le dossier de fin de démarrage, comme le prévoit l'article R. 593-34 du code de l'environnement.

démantèlement des bâtiments et équipements qui ne sont pas nécessaires au démantèlement du caisson du réacteur.

En 2020, le réacteur Bugey 1 a reçu l'autorisation de l'ASN de créer une nouvelle installation d'entreposage des effluents qui remplacera l'ancienne station, laquelle sera mise hors service, démantelée et assainie.

L'ASN considère que les opérations de démantèlement du réacteur Bugey 1 et de caractérisation du caisson se déroulent dans des conditions de sûreté satisfaisantes. L'exploitant assure un suivi rigoureux des matériels et des travaux de démantèlement en cours.

Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés

L'installation Iceda (Installation de [conditionnement](#) et d'[entreposage](#) de déchets activés) constitue l'[INB 173](#) et a pour objet le conditionnement et l'entreposage de diverses catégories

de [déchets radioactifs](#) sur le site du Bugey (Ain). Elle est conçue pour réceptionner, conditionner et entreposer :

- des déchets de graphite de faible activité à vie longue ([FA-VL](#)) issus de la [déconstruction](#) du réacteur de Bugey 1, destinés, après entreposage, à un stockage en faible profondeur dont le concept est encore à l'étude ;
- des déchets métalliques activés, de moyenne activité à vie longue ([MA-VL](#)) issus de l'exploitation des centrales en fonctionnement, par exemple des pièces ayant séjourné à proximité du cœur du réacteur, comme des [grappes de commande](#), destinés après entreposage à un stockage en couche géologique profonde ;
- certains déchets de faible ou moyenne activité à vie courte ([FMA-VC](#)), dits à « envoi différé », destinés au stockage en surface, mais nécessitant une décroissance radioactive de quelques années à quelques dizaines d'années avant leur acceptation au centre de stockage de l'Aube (INB 149), exploité par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs ([Andra](#)).

Magasin interrégional

Le Magasin interrégional (MIR) du Bugey ([INB 102](#)), exploité par EDF, est une installation d'entreposage de combustibles nucléaires neufs à destination du parc de centrales nucléaires en exploitation.

Le MIR a présenté un niveau de sûreté globalement satisfaisant en 2020, année où ses activités d'exploitation ont été très limitées pour permettre notamment la rénovation du pont principal de manutention. L'ASN attend cependant un renforcement du suivi opérationnel des activités. Le réexamen périodique de l'installation est en cours, ainsi que l'[évaluation complémentaire de sûreté](#) demandée par l'ASN à la suite de l'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#).

Centrale nucléaire de Saint-Alban

La centrale nucléaire de [Saint-Alban](#), exploitée par EDF dans le département de l'Isère, sur le territoire des communes de Saint-Alban-du-Rhône et de Saint-Maurice-l'Exil à 40 km au sud de Lyon, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service en 1986 et 1987. Le réacteur 1 constitue l'[INB 119](#), le réacteur 2, l'[INB 120](#).

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Saint-Alban en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale des performances portée sur les centrales nucléaires d'EDF. L'incidence de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 a été maîtrisée de manière satisfaisante par la centrale nucléaire, particulièrement en ce qui concerne la surveillance et l'exploitation des installations, le maintien de l'organisation de crise et la gestion des déchets.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN relève que la centrale nucléaire de Saint-Alban maintient en 2020 ses bonnes performances, qui se situent au-delà de l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. Pour autant, elle a relevé que certains événements

montrent que le respect des spécifications techniques d'exploitation doit être renforcé.

En matière de maintenance, seul l'arrêt du réacteur 1 pour visite partielle et rechargement en combustible était programmé, et l'ASN considère qu'EDF a globalement maîtrisé la réalisation des activités prévues. Lors de cet arrêt, EDF a finalisé l'intégration des modifications liées à la troisième visite décennale du réacteur. Les groupes électrogènes à moteur diesel d'ultime secours (DUS) ont également été mis en service dans le respect des échéances fixées par l'ASN.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que les résultats opérationnels ont été satisfaisants. Si la disponibilité du matériel de radioprotection et le suivi des sas d'accès aux chantiers à risque de contamination ont progressé, l'ASN a constaté que la qualité des évaluations dosimétriques prévisionnelles des agents EDF doit être améliorée. Enfin, l'ASN attend l'amélioration du respect des règles d'accès aux chantiers et au port des équipements de protection requis.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Saint-Alban se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale



portée sur les centrales nucléaires d'EDF et sont stables par rapport aux années précédentes. L'organisation définie et mise en œuvre par EDF afin de respecter les exigences réglementaires en matière de surveillance des rejets et de l'environnement apparaît satisfaisante.

Les résultats en matière d'hygiène et de sécurité au travail sont également satisfaisants. L'ASN relève notamment qu'aucun

accident grave n'a eu lieu lors de la visite partielle du réacteur 1. Toutefois, l'ASN constate une accidentologie assez importante au cours de cet arrêt. Sur le plan de la protection des travailleurs au regard de la crise sanitaire, l'ASN a constaté que le site avait mis en place, dès le mois de mars 2020, des mesures de protection adaptées qui ont évolué au fur et à mesure de l'avancée des connaissances.

Centrale nucléaire de Cruas-Meyssse

La centrale nucléaire de [Cruas-Meyssse](#), mise en service entre 1984 et 1985 et exploitée par EDF dans le département de l'Ardèche sur le territoire des communes de Cruas et de Meyssse, est constituée de quatre REP d'une puissance de 900 MWe chacun. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 111, les réacteurs 3 et 4 constituent l'INB 112.

L'ASN considère que les performances globales de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse ont progressé et s'inscrivent globalement dans l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et de la protection de l'environnement.

L'incidence de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 a été maîtrisée de manière satisfaisante par la centrale nucléaire et les actions prévues en matière de sûreté nucléaire ont été maintenues.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. L'ASN relève les progrès du site en matière de respect des spécifications techniques d'exploitation et de prévention des arrêts automatiques des réacteurs. Toutefois, en 2020, l'ASN a constaté des fragilités dans les domaines de l'exploitation des réacteurs par rapport aux domaines de fonctionnement autorisés. Dans le domaine de la maintenance et des travaux liés aux arrêts de réacteur, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse a globalement maîtrisé, dans un contexte de crise sanitaire, le programme et la qualité de réalisation des activités prévues.

SITE DU TRICASTIN

Le site nucléaire du Tricastin, situé dans la Drôme et le Vaucluse, constitue un vaste site industriel accueillant la plus importante concentration d'installations nucléaires et chimiques de France. Il est implanté sur la rive droite du canal de Donzère-Mondragon (canal de dérivation du Rhône) entre Valence et Avignon. Il s'étend sur une surface de 800 hectares répartie sur trois communes, Saint-Paul-Trois-Châteaux et Pierrelatte dans la Drôme, Bollène dans le Vaucluse. Ce site regroupe de nombreuses installations, avec une centrale nucléaire comprenant quatre réacteurs de 900 MWe, des installations du « cycle du combustible nucléaire » et, enfin, une base chaude opérationnelle qui assurait des opérations de maintenance et d'entreposage.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN maintient son appréciation portée en 2019 et considère que les performances de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse rejoignent l'appréciation générale de l'ASN portée sur les centrales nucléaires d'EDF. Des insuffisances persistent néanmoins concernant la propreté radiologique des installations et la maîtrise du risque de contamination en période d'arrêt de réacteur.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse rejoignent également l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF et s'améliorent par rapport aux années précédentes. Les actions d'amélioration mises en œuvre afin de respecter les exigences réglementaires portent leurs fruits. Enfin, la gestion des déchets a été améliorée, bien que l'ASN relève encore un manque de rigueur dans la déclinaison opérationnelle de la nouvelle organisation mise en place pour gérer les déchets sur les aires d'entreposage et préparer leur expédition.

En matière de santé et de sécurité au travail, les résultats du site sont satisfaisants. Sur le plan de la protection des travailleurs au regard de la crise sanitaire, l'ASN a constaté que le site avait mis en place, dès le mois de mars 2020, des mesures de protection adaptées, puis les a fait évoluer au fur et à mesure de l'avancée des connaissances. Les inspections de l'ASN ont montré le respect des engagements pris par le site, ce qui conduit à l'amélioration de la prévention des risques vitaux. La vigilance et les efforts doivent toutefois être maintenus pour ce qui concerne les risques liés à l'usage de produits chimiques et aux activités de levage.

Centrale nucléaire du Tricastin

La centrale nucléaire du [Tricastin](#) est constituée de quatre REP d'une puissance de 900 MWe chacun : les réacteurs 1 et 2, mis en service en 1980, constituent l'INB 87, les réacteurs 3 et 4, mis en service en 1981, constituent l'INB 88.

L'ASN considère que les performances globales de la centrale nucléaire du Tricastin en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. L'incidence de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 a été maîtrisée de manière satisfaisante par la centrale nucléaire, particulièrement en ce qui concerne la surveillance et l'exploitation

des installations, le maintien de l'organisation de crise et la gestion des déchets.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN estime que les performances de la centrale nucléaire, tout en étant conformes à l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF, restent contrastées. Les fragilités observées en 2019 sur le respect des spécifications techniques d'exploitation, sur la mise en œuvre des pratiques de fiabilisation et sur la mise en configuration des circuits ont persisté en 2020. De plus, des difficultés ont été constatées concernant la réalisation des essais périodiques. En revanche, l'ASN relève des améliorations de la maîtrise des risques liés à l'incendie et de l'intégrité de la première barrière, constituée par les gaines des assemblages combustibles, malgré un événement marquant lié à la présence d'un corps étranger dans les circuits avec la découverte d'une vis dans la cuve du réacteur 4 lors de son rechargement en combustible. Sur le plan de la maintenance, les 4 réacteurs de la centrale nucléaire du Tricastin ont été arrêtés en 2020 pour maintenance programmée et renouvellement partiel du combustible. Dans le contexte de la crise sanitaire, l'ASN considère que la maîtrise des arrêts pour maintenance programmée et renouvellement partiel du combustible doit encore progresser en 2020, des améliorations étant notamment attendues sur la gestion des écarts de conformité, la planification et la préparation des activités de maintenance ainsi que l'assurance de la qualité.

En matière de radioprotection, l'ASN estime que les performances de la centrale nucléaire sont conformes à l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF et en amélioration par rapport à 2019. La maîtrise des activités sous-traitées dans le champ de la radioprotection a notamment progressé tout au long de l'année 2020. Des fragilités sont toutefois toujours observées concernant la propreté radiologique des installations et la mise en œuvre de la démarche d'optimisation de la radioprotection lors des arrêts de réacteur, avec des difficultés à établir des prévisions dosimétriques précises et adaptées.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF, et s'améliorent par rapport aux années précédentes. La maîtrise du confinement des liquides a progressé. Concernant la maîtrise des activités relatives aux rejets et la surveillance de l'environnement, des écarts ponctuels ont été constatés en 2020, et l'ASN attend un retour à une situation nominale de traitement des effluents après les difficultés rencontrées ces dernières années sur les systèmes de traitement par évaporation des effluents radioactifs. Enfin, la gestion des déchets est globalement satisfaisante, malgré un manque de rigueur persistant dans le suivi des quantités de déchets radioactifs entreposés dans le bâtiment des auxiliaires de conditionnement.

En matière de sécurité des travailleurs, l'ASN considère que les résultats du site sont satisfaisants. L'ASN note qu'aucun accident grave n'a eu lieu cette année et que l'accidentologie, notamment pendant les arrêts de réacteur, a été maîtrisée. Sur le plan de la protection des travailleurs au regard de la crise sanitaire, l'ASN a constaté que le site avait mis en place, dès le

mois de mars 2020, des mesures de protection adaptées qui ont évolué au fur et à mesure de l'avancée des connaissances.

LES INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE »

Les [installations du cycle du Tricastin](#) couvrent principalement les activités de l'amont du « cycle du combustible » et sont exploitées depuis fin 2018 par un exploitant unique, Orano Cycle, devenu Orano Chimie-Enrichissement au 1^{er} janvier 2021 et dénommé Orano ci-après.

Le site comporte :

- l'installation TU5 (INB 155) de conversion de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$ issu du retraitement de combustibles usés en sesquioxyde d'uranium (U_3O_8);
- l'usine W (ICPE dans le périmètre de l'INB 155) de conversion d' UF_6 appauvri en U_3O_8 ;
- les anciennes installations ex-Comurhex (INB 105) et l'usine Philippe Coste (ICPE dans le périmètre de l'INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium (UF_4) en hexafluorure d'uranium (UF_6);
- l'ancienne usine Georges Besse I (INB 93) d'enrichissement de l' UF_6 par diffusion gazeuse;
- l'usine Georges Besse II (INB 168) d'enrichissement de l' UF_6 par centrifugation;
- les parcs uranifères du Tricastin (INB 178 et 179) d'entreposage d'uranium sous forme d'oxydes ou UF_6 ;
- les ateliers de maintenance, de traitement des effluents et de conditionnement de déchets (ex-Socatri) (INB 138);
- le laboratoire Atlas d'analyse des échantillons de procédé et de surveillance de l'environnement (INB 176);
- une installation nucléaire de base secrète (INBS), qui regroupe notamment des parcs d'entreposage de matières nucléaires, pour la quasi-totalité à usage civil.

À l'issue des inspections qu'elle a conduites en 2020, l'ASN considère que le niveau de sûreté des installations du site Orano du Tricastin est resté stable. La mise en service industrielle d'installations neuves, présentant des standards de sûreté réévalués, a connu en 2020 des résultats contrastés. L'ASN a contrôlé les essais et le début de la mise en service du nouvel atelier de traitement de déchets « Trident », dont les résultats sont jugés satisfaisants. Les résultats sont toutefois plus mitigés pour l'usine de conversion Philippe Coste, pour laquelle l'ASN a relevé des difficultés dans le suivi du chantier de changement des cristalliseurs et des actions correctives à apporter pour la prévention des pollutions.

L'ASN a autorisé en 2019 la mise en application d'une nouvelle version du plan d'urgence interne (PUI), adapté à la nouvelle organisation du site, sous la responsabilité d'Orano comme unique exploitant. Cette nouvelle organisation a été contrôlée par l'ASN au cours d'une inspection renforcée accompagnée d'un exercice de crise inopiné mené un dimanche. L'organisation est jugée globalement satisfaisante, mais l'ASN a demandé plusieurs améliorations opérationnelles.

La campagne d'inspections inopinées que l'ASN a menée en 2020 simultanément dans les INB 93, 105, 138, 155, 168 et 178 a montré que la prévention des pollutions et la maîtrise des



INCIDENCE COVID

L'ASN a relevé que la pandémie de Covid-19 n'a pas perturbé le fonctionnement normal des usines en exploitation. L'exploitant a réussi à maintenir la sûreté et la radioprotection dans les unités de production, mais aussi sur les chantiers de construction ou de modification des INB. Pour les installations en démantèlement, la situation sanitaire a entraîné l'arrêt de tous les chantiers durant le premier confinement et généré des retards sur les objectifs de l'année.

déversements accidentels est plutôt satisfaisante, excepté pour les usines de la conversion. L'ASN a également conduit en 2020 plusieurs inspections portant sur l'organisation de la plateforme Orano du Tricastin pour gérer ses modifications notables. L'ASN a relevé que cette organisation doit être mieux harmonisée sur le site, mais que l'instance de contrôle interne traite les dossiers de modifications avec plus d'efficacité.

L'ASN veillera en 2021 à ce qu'Orano continue de déployer ses plans d'action pour améliorer le management de la sûreté afin d'harmoniser davantage les pratiques des INB de la plateforme. Enfin l'ASN prévoit de s'investir en 2021, avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), dans une nouvelle phase de déclassement d'une part significative de l'INBS.

Usines Orano de chimie de l'uranium TU5 et W

L'**INB 155**, dénommée TU5, peut mettre en œuvre jusqu'à 2 000 tonnes d'uranium par an, ce qui permet de traiter la totalité du nitrate d'uranyle ($UO_2(NO_3)_2$) issu de l'usine Orano de La Hague pour le convertir en U_3O_8 (composé solide stable permettant de garantir des conditions d'entreposage de l'uranium plus sûres que sous une forme liquide ou gazeuse). Une fois converti, l'uranium de retraitement est entreposé sur le site du Tricastin. L'usine W, située dans le périmètre de l'INB 155, permet quant à elle de traiter l' UF_6 appauvri, issu de l'usine d'enrichissement Georges Besse II, pour le stabiliser en U_3O_8 .

L'ASN considère que les installations situées dans le périmètre de l'INB 155 sont exploitées avec un niveau de sûreté satisfaisant. La nouvelle unité dénommée EM₃ de l'usine W, mise en service mi-2018 et ayant nécessité des modifications matérielles en 2019, fonctionne désormais de manière nominale.

Pour l'usine TU5, l'ASN a maintenu le suivi de la mise en œuvre des engagements pris dans le cadre du réexamen périodique de l'installation. L'avancement de ces engagements, ainsi que l'organisation mise en place pour en assurer le suivi, sont satisfaisants.

D'une manière générale, l'exploitant doit maintenir ses efforts visant à renforcer sa rigueur d'exploitation, notamment par la détection et la bonne gestion des écarts.

Usines Orano de fluoration de l'uranium

Conformément à la prescription de l'ASN, les installations de fluoration les plus anciennes ont définitivement été mises à l'arrêt en décembre 2017. Les installations arrêtées ont depuis été vidangées de la majorité de leurs substances dangereuses et sont en phase de préparation au démantèlement.

Le démantèlement de l'INB 105 est désormais autorisé par le [décret n° 2019-1368 du 16 décembre 2019](#). Les principaux enjeux associés sont liés aux risques de dissémination de substances radioactives, ainsi que d'exposition aux rayonnements ionisants et de criticité, en raison de substances uranifères résiduelles présentes dans certains équipements. L'ASN attend de l'exploitant qu'il se mobilise pour assurer, dans les délais prévus, le reconditionnement des colis contenant des substances radioactives et dangereuses entreposés sur les aires 61 et 79.

L'ASN a également contrôlé la remise à niveau du cœur de procédé de l'usine Philippe Coste, dont les installations sont classées Seveso seuil haut et remplacent celles de l'INB 105 (ex-Comurhex). Les principales unités de cette usine ont été mises en service en 2019 et ont mis en évidence des défauts de conception. La deuxième unité de production de fluor a fait l'objet d'essais en vue d'une mise en service progressive jusqu'en fin 2020.

L'année 2020 a ainsi été marquée, pour l'usine Philippe Coste, par un « grand arrêt » au cours duquel, notamment, tous les cristallisoirs ont été remplacés à la suite de défauts de conception ayant conduit à des conditions d'exploitation dégradées durant plusieurs mois, et à des mesures compensatoires. L'ASN relève que l'exploitant a bien mené l'analyse et la résolution de ces difficultés techniques. L'ASN a vérifié la bonne remise à niveau du cœur du procédé mais a toutefois relevé un manque d'encadrement et de surveillance du chantier de remplacement des cristallisoirs. La mise en service de l'unité 68 de traitement des effluents non uranifères de l'usine Philippe Coste est de nouveau reportée à 2021, du fait d'une conception initiale inadaptée.

Enfin, l'ASN relève que l'année 2020 a été marquée par une forte attente, en matière de production de l'usine Philippe Coste, dans un contexte où l'exploitant faisait face à des difficultés, du fait des défauts de ses nouvelles installations, ainsi que de la vétusté de conception des installations anciennes encore exploitées. L'ASN a pu constater, lors de ses actions de contrôle, que ce contexte a conduit à une diminution de la maîtrise des risques dans la gestion de non-conformités et des difficultés techniques. Ce contexte a également conduit à la déclaration de nombreux événements significatifs pour l'environnement.

L'ASN sera vigilante en 2021, d'une part, aux conditions de mise en service de la nouvelle unité de production de fluor et de l'unité de traitement des effluents de l'usine Philippe Coste et, d'autre part, aux cadences de reconditionnement et de traitement des matières uranifères encore présentes dans l'INB 105 en vue de son démantèlement.

Usine d'enrichissement Georges Besse 1

L'installation d'enrichissement de l'uranium George Besse 1 (Eurodif), constituant l'[INB 93](#), était principalement composée d'une usine de séparation des isotopes de l'uranium par le procédé de diffusion gazeuse.

À la suite de l'arrêt de la production de cette usine en mai 2012, l'exploitant a mis en œuvre, de 2013 à 2016, les opérations de « rinçage intensif suivi de la mise "sous air" d'Eurodif » (opération Prisme), qui consistaient à effectuer des opérations de rinçages répétés des circuits de diffusion gazeuse avec du trifluorure de chlore (ClF_3), une substance toxique et dangereuse. Ces opérations ont permis d'extraire la quasi-totalité de l'uranium résiduel déposé dans les barrières de diffusion et sont désormais terminées.

L'exploitant a déposé sa demande de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de l'installation en mars 2015. En 2019, l'instruction du dossier s'est poursuivie et le décret prescrivant à Orano de procéder aux opérations de démantèlement de l'usine George Besse 1 a été publié le [5 février 2020](#).

Les enjeux du démantèlement concernent notamment le volume important de déchets de très faible activité (TFA) produits, dont 160 000 tonnes de déchets métalliques. En 2020, l'ASN a suivi, d'une part, les études et les opérations préparatoires menées par l'exploitant pour définir les modes opératoires de découpe des composants, d'autre part, l'encadrement des transferts d'effluents et de matières encore à évacuer.

L'ASN a contrôlé en 2020 le fonctionnement effectif de l'installation de confinement hydraulique et de traitement de la nappe alluviale polluée par du perchloroéthylène et du trichloroéthylène et estime que les résultats sont corrects.

Désormais, le principal risque résiduel de l'INB 93 est lié aux conteneurs d' UF_6 des parcs d'entreposage, appartenant encore au périmètre de l'installation. Ces parcs devraient être rattachés à terme aux parcs uranifères du Tricastin ([INB 178](#)).

Usine d'enrichissement Georges Besse II

L'usine Georges Besse II, constituant l'[INB 168](#), est la nouvelle installation d'enrichissement du site depuis l'arrêt d'Eurodif. Elle met en œuvre la séparation des isotopes de l'uranium par le procédé de centrifugation.

Les installations de l'usine ont présenté en 2020 un niveau de sûreté satisfaisant. Les technologies mises en œuvre dans l'installation permettent d'atteindre des objectifs de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement élevés. L'ASN considère que l'exploitant est proactif dans la détection des écarts à son référentiel et qu'il suit bien ses engagements envers l'ASN.

Une dégradation des voies de roulement des portiques extérieurs de manutention des cylindres d' UF_6 a conduit l'exploitant à en suspendre l'utilisation depuis octobre 2020 et à devoir utiliser des engins pour déplacer les cylindres. En 2021, l'ASN sera attentive à la remise en état de ces portiques qui permettent de sécuriser les manutentions de cylindres.

Malgré un plan d'action ambitieux mis en œuvre en 2019 et 2020, l'exploitant devra poursuivre sa recherche des causes

engendrant des pertes importantes de fluides frigorigènes dans l'atmosphère. Plusieurs demandes de modification d'installations autorisées en 2020 seront mises en œuvre en 2021 et l'ASN sera vigilante sur la réalisation en toute sûreté de ces modifications.

Ateliers de maintenance, de traitement des effluents et de conditionnement de déchets

L'installation d'assainissement et de récupération de l'uranium, constituant l'[INB 138](#) (ex-Socatri), assure le traitement d'effluents liquides et de déchets, ainsi que des opérations de maintenance pour diverses INB. L'ASN considère que les efforts réalisés par l'exploitant pour améliorer le niveau de sûreté opérationnelle et la rigueur d'exploitation doivent être poursuivis, notamment pour la prévention du risque d'incendie. En effet, des manquements, notables pour certains, ont été identifiés lors de deux inspections de 2020 sur ce thème.

Le [décret n° 2019-113 du 19 février 2019](#) a autorisé la modification substantielle de l'INB, pour créer notamment un atelier de traitement des déchets du site dénommé « Trident ». L'ASN a contrôlé en 2020 la fin des travaux d'aménagement de cet atelier et ses essais. L'autorisation pour sa mise en service a été délivrée par l'ASN et l'exploitation de « Trident » a démarré progressivement en septembre 2020.

L'ASN sera vigilante en 2021, d'une part, au fonctionnement de l'atelier « Trident », d'autre part, à la poursuite des actions menées par l'exploitant pour renforcer la rigueur d'exploitation, dont la prévention du risque incendie.

Parcs uranifères du Tricastin et P35

À la suite du déclassement d'une partie de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, les Parcs uranifères du Tricastin ([INB 178](#)) ont été créés. Cette installation regroupe des parcs d'entreposage d'uranium ainsi que les nouveaux locaux de gestion de crise de la plateforme. Dans la continuité du processus de déclassement de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'installation « P35 » ([INB 179](#)) a été créée. Cette installation regroupe dix bâtiments d'entreposage d'uranium. L'ASN a enregistré l'INB 178 en décembre 2016 et l'INB 179 en janvier 2018 et s'est assurée avec l'[ASND](#) de la continuité du contrôle de la sûreté nucléaire de ces installations.

Les INB 178 et 179, exploitées par Orano ont présenté un niveau de sûreté globalement satisfaisant en 2020. La bonne tenue et la propreté des installations ont progressé. L'exploitant doit encore traiter plusieurs emballages historiques pour lesquels la maîtrise du vieillissement n'est pas démontrée. Ce point est un des objets de l'analyse menée par l'ASN en 2020 du rapport de conclusion du réexamen périodiques des INB 178 et 179. De manière générale, l'exploitant doit améliorer le respect des délais de transmission à l'ASN des réponses aux lettres de suite et des comptes-rendus d'événements significatifs et mieux respecter les échéances d'engagements pris auprès de l'ASN, pour corriger des écarts ou mettre à jour son référentiel de sûreté. Concernant le bâtiment de gestion de crise et les



équipements, l'exploitant a amélioré ses règles internes de fonctionnement, visant à garantir le fonctionnement du centre de crise et des divers matériels mobiles de crise.

Projet de nouvelle installation d'entreposage d'uranium

Orano a fait part à l'ASN, en février 2015, de sa volonté de créer une nouvelle INB destinée à l'entreposage, sur le site du Tricastin, de matières uranifères issues du retraitement de combustible. Orano a entrepris des actions d'optimisation des entreposages existants du site pour repousser leur date de saturation et a déposé en novembre 2017 une demande d'autorisation de création de nouveaux bâtiments d'entreposage. L'ASN a indiqué en 2018 au ministre chargé de la sûreté nucléaire que le contenu de la demande d'autorisation de création était suffisant pour permettre une poursuite de l'inscription. L'enquête publique s'est déroulée en novembre 2020.

Laboratoires d'analyses du Tricastin

Le laboratoire d'analyses du Tricastin Atlas constitue l'[INB 176](#), autorisée par le [décret n° 2015-1210 du 30 septembre 2015](#) et mise en service en mai 2017. L'installation présente une amélioration significative de la sûreté par rapport aux anciens laboratoires qu'elle remplace.

Deux des trois bancs d'analyse et d'échantillonnage d' UF_6 fonctionnent depuis février 2018 après validation des résultats des essais préalables. Le démarrage du dernier banc, qui finalisera la mise en service complète de l'installation, était prévu en 2019.

SITE DE ROMANS-SUR-ISÈRE

Sur son site de Romans-sur-Isère dans la Drôme (26), la société Framatome exploite deux INB, l'unité de fabrication d'éléments combustibles pour les réacteurs de recherche (INB 63) et l'unité de fabrication de combustibles nucléaires destinés aux REP (INB 98).

Usines Framatome de fabrication de combustibles nucléaires

La fabrication du combustible pour les réacteurs électro-nucléaires nécessite de transformer l' UF_6 en poudre d'oxyde d'uranium. Les pastilles fabriquées à partir de cette poudre, dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère, dite « FBFC » ([INB 98](#)), sont placées dans des gaines métalliques en zirconium pour constituer les crayons de combustible, ensuite réunis pour former les assemblages destinés à être utilisés dans les réacteurs des centrales nucléaires. S'agissant des réacteurs expérimentaux, les combustibles sont plus variés, certains d'entre eux utilisant, par exemple, de l'uranium très enrichi sous forme métallique. Ces combustibles sont également fabriqués dans l'usine de Romans-sur-Isère, anciennement appelée « Cerca » ([INB 63](#)).

L'INB 63 comprend notamment le bâtiment F2, qui accueille la « zone uranium », où sont élaborés des noyaux de poudre

Cependant, des difficultés importantes ont été rencontrées pour assurer l'étanchéité du banc au cours des années 2019 et 2020, ce qui a amené l'ASN à contrôler régulièrement le sujet.

D'une manière générale, l'ASN a relevé une amélioration significative de la gestion des écarts par l'exploitant et attend de lui qu'il finalise en toute sûreté les opérations de mise en place du troisième banc d'échantillonnage d' UF_6 , et qu'il améliore la gestion des indisponibilités de la ventilation.

Base chaude opérationnelle du Tricastin

La Base chaude opérationnelle du Tricastin (BCOT) constitue l'[INB 157](#). Elle est exploitée par EDF et avait pour vocation l'entretien et l'entreposage de matériels et outillages provenant des circuits et matériels contaminés des réacteurs électronucléaires, à l'exclusion des éléments combustibles.

Par courrier du 22 juin 2017, EDF a déclaré l'arrêt définitif de la BCOT en juin 2020. Les activités d'entreposage et les opérations de maintenance seront désormais réalisées sur la base de maintenance de Saint-Dizier.

La dernière activité d'exploitation consiste à terminer la découpe des tubes guides de grappe usagés des REP exploités par EDF. L'ASN estime que le niveau de sûreté de la BCOT est globalement satisfaisant. En 2021, l'ASN sera attentive à la cadence des opérations de découpe des tubes guides de grappe, ainsi qu'aux évacuations prévues de pièces massives et d'outillages obsolètes.

compactée placés dans des cadres et plaques en aluminium. L'exploitant a entrepris de remplacer cette zone uranium par une nouvelle zone uranium dite « NZU », afin notamment d'améliorer le confinement des locaux, du procédé, et la prévention des risques en cas de séisme extrême. Les travaux de construction de la NZU ont débuté fin 2017 et doivent accueillir les activités actuelles de la zone uranium du bâtiment F2 avant le 31 décembre 2022. En effet, à compter de cette date, fixée dans la [décision n° 2019-DC-0670 de l'ASN du 4 juin 2019](#) relative au réexamen périodique de l'INB 63, la présence de matières radioactives sera interdite dans la zone uranium du bâtiment F2. En 2020, la construction de la NZU s'est poursuivie, notamment avec la fabrication des nouveaux casiers d'entreposage de matières uranifères et des boîtes à gants. La mise à jour du rapport de sûreté ainsi que les nouvelles règles générales d'exploitation liées à la NZU devraient être remises au premier trimestre 2021.

Une demande de modification de l'arrêté du 22 juin 2000 encadrant les prélèvements d'eaux, les rejets et la surveillance de l'environnement du site nucléaire de Romans-sur-Isère a également été déposée auprès de l'ASN en juillet 2020. Cette demande fait suite à plusieurs évolutions, dont notamment la modification du décret d'autorisation de création de l'INB 98 augmentant sa capacité de production, l'arrêt de



INCIDENCE COVID

L'ASN a relevé que la pandémie de Covid-19 n'a pas perturbé le fonctionnement normal de Framatome pour la production des combustibles nucléaires ni pour la fabrication de cibles médicales. L'exploitant a réussi à maintenir la sûreté et la radioprotection dans l'ensemble de ses unités de production. Une inspection a été réalisée sur l'organisation mise en place pendant la pandémie et a permis de constater que les moyens mis en œuvre par l'exploitant étaient satisfaisants et le niveau de sûreté maintenu à l'attendu. La situation sanitaire a en revanche entraîné l'arrêt des chantiers de l'atelier « Formation, Recherche, Isotopes, General Atomics » (*Training, Research, Isotopes, General Atomics – TRIGA*), de la nouvelle capacité d'oxydation (Capadox) et de la nouvelle zone uranium (NZU) de mars à juin 2020.

certaines activités, la prise en compte des modifications apportées aux installations de traitement des effluents liquides, le passage d'un rejet des effluents liquides en continu à un rejet par cuves. Ce dossier est en cours d'instruction, en vue de l'élaboration de deux décisions de l'ASN : la première fixant des prescriptions relatives aux modalités de rejet d'effluents, de prélèvements et de consommation d'eau et de surveillance de l'environnement et une seconde fixant les limites de rejets dans l'environnement.

Enfin, dans la mesure où les bâtiments des INB 98 et 63 sont très imbriqués sur un même site, une demande de réunion des

deux INB a été déposée en 2020 et est en cours d'instruction. Framatome a également déposé, au dernier trimestre 2020, une demande de modification substantielle de l'INB 98 pour pouvoir augmenter sa production d'uranium de retraitement enrichi.

En 2020, trois événements significatifs relatifs à la maîtrise du risque de criticité ont été déclarés au niveau 1 de l'échelle INES. Une vigilance particulière reste de mise pour ce qui concerne la présence de matière radioactive au sein des ateliers de l'INB 98.

Les inspections réalisées en 2020 ont permis de vérifier par sondage la bonne réalisation des travaux réalisés cet été dans l'installation F2 de l'INB 63 et le suivi de la qualification des éléments importants pour la protection (EIP) de l'atelier Geode (nouvel atelier de conditionnement des déchets) de l'INB 98. Il a été constaté que l'exploitant a maintenu ses efforts en matière de rigueur d'exploitation, notamment pour apporter la preuve de la conformité des EIP. Concernant la stratégie globale de gestion des déchets, le site de Romans-sur-Isère doit encore progresser, notamment sur l'anticipation de la gestion des déchets radioactifs produits pendant les travaux de grande ampleur et le déploiement des règles de gestion sur l'ensemble des installations.

En 2021, l'ASN sera particulièrement attentive au bon déroulement du projet de chantier de la NZU. Elle effectuera également un suivi rapproché du redémarrage de l'atelier « Formation, Recherche, Isotopes, General Atomics » (*Training, Research, Isotopes, General Atomics – TRIGA*) de l'INB 63 et de la mise en exploitation de la nouvelle capacité d'oxydation Capadox de l'INB 98.

LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET DE RECHERCHE

Réacteur à haut flux de l'Institut Laue-Langevin

L'Institut Laue-Langevin (ILL), organisme de recherche internationale, abrite un réacteur à haut flux neutronique (RHF) de 58 mégawatts thermiques (MWth), à eau lourde, qui produit des faisceaux de neutrons thermiques très intenses destinés à la recherche fondamentale, notamment dans les domaines de la physique du solide, de la physique neutronique et de la biologie moléculaire.

Le RHF constitue l'INB 67 et accueille sur son périmètre le laboratoire de recherche internationale en biologie (*European Molecular Biology – EMBL*). Cette INB, qui emploie environ 500 personnes, occupe une surface de 12 hectares, située entre l'Isère et le Drac, juste en amont du confluent, à proximité du centre CEA de Grenoble.

Au travers de ses activités de contrôle en 2020, l'ASN considère que la sûreté du RHF est gérée de façon satisfaisante et que la mise en application du système de gestion intégrée est correctement réalisée. Plusieurs actions de contrôle de 2020 visaient des domaines dans lesquels des lacunes avaient été détectées les années précédentes. Des améliorations ont

été notées par l'ASN en matière de gestion des déchets et des modifications, ainsi que de la qualité au laboratoire de mesures de radioactivité dans l'environnement. L'ILL avait établi en 2018 un plan d'action ambitieux relatif à la maîtrise des risques liés à l'incendie. L'ASN a constaté que son avancement était en cours, mais que plusieurs travaux d'ampleur restaient encore inachevés. La vigilance sera maintenue sur cette thématique dans les prochaines années. L'ASN a poursuivi en 2020 l'instruction du rapport de réexamen et sera attentive en 2021 aux différents plans d'action mis en place dans ce cadre par l'ILL.



INCIDENCE COVID

Durant la période de confinement liée à la crise sanitaire du printemps 2020, le réacteur a été mis en sécurité (réacteur à l'arrêt, combustible déchargé). L'ILL a uniquement maintenu ses activités de surveillance et d'entretien. Celles concernant les travaux et expériences ont été interrompues.



Irradiateur Ionisos

La société Ionisos exploite un irradiateur industriel implanté à Dagneux dans l'Ain. Cet irradiateur, constituant l'**INB 68**, utilise le rayonnement issu de sources de cobalt-60, notamment pour stériliser du matériel médical (seringues, pansements, prothèses) et polymériser des matières plastiques.

L'installation a présenté un niveau de sûreté satisfaisant en 2020.

L'ASN considère que l'exploitant doit poursuivre le travail de fond engagé en 2019 visant une meilleure définition des équipements importants pour la protection des intérêts (EIP) de l'installation et une déclinaison plus rigoureuses de leurs exigences définies dans les modes opératoires de contrôles et essais périodiques.

L'exploitant a sollicité, par courrier du 25 mai 2020, une autorisation pour la reprise de boues de la piscine DI (exploitée jusqu'en novembre 1996). Ce dossier est en cours d'instruction par l'ASN.

Accélérateurs et centre de recherche du CERN

À la suite de la signature d'une [convention internationale](#) entre la France, la Suisse et le l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (**CERN**) le 15 novembre 2010, l'ASN et l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) – organisme de contrôle de la radioprotection suisse – contribuent à la vérification des exigences de sûreté et de radioprotection appliquées par le CERN. Les actions conjointes portent sur les transports, les déchets et la radioprotection.

Deux visites conjointes des autorités suisse et française ont eu lieu en 2020 sur le thème du suivi des visites conjointes antérieures et de la sécurité des sources. Ces visites ont mis en évidence des pratiques satisfaisantes.

LES INSTALLATIONS EN DÉMANTÈLEMENT

Réacteur Superphénix et atelier pour l'entreposage des combustibles

Le réacteur à neutrons rapides Superphénix (**INB 91**), prototype industriel refroidi au sodium d'une puissance de 1200 MWe, est implanté à Creys-Malville en Isère. Il a été définitivement arrêté en 1997. Le réacteur a été déchargé et l'essentiel du sodium a été neutralisé sous forme de béton. Superphénix est associé à une autre INB, l'atelier pour l'entreposage des combustibles (APEC, **INB 141**). L'APEC est principalement constitué d'une piscine abritant le combustible déchargé de la cuve et de l'entreposage des colis de béton sodé issus de la neutralisation du sodium de Superphénix.

L'ASN considère que la sûreté des opérations de démantèlement du réacteur Superphénix et de fonctionnement de l'APEC est globalement satisfaisante. L'ASN a autorisé en 2018 l'engagement de la deuxième étape du démantèlement de Superphénix, qui consiste à ouvrir la cuve du réacteur pour démanteler les internes de cuve, dans des ateliers dédiés construits dans le bâtiment réacteur, par manipulation directe ou à distance. Les dispositions de sûreté et de radioprotection mises en œuvre par EDF pour ces opérations sont globalement satisfaisantes.

En 2020, un départ de feu s'est déclaré au niveau d'un chantier de démantèlement conduisant EDF à déclencher son plan d'urgence interne, qui a incité l'ASN à réaliser une inspection réactive. Des lacunes ont été relevées à divers niveaux dans le déroulement des procédures lors de cet incident, notamment sur la communication avec les parties prenantes.

S'agissant de la gestion de l'obsolescence de l'installation, EDF a fait part de difficultés d'approvisionnement de certains équipements et des délais importants de remplacement et réparation des pièces. L'ASN a demandé à l'exploitant de réaliser un diagnostic à l'échelle du site et d'établir un plan d'action sur ce sujet.

En 2021, l'ASN portera une attention particulière sur l'amélioration de l'organisation de crise du site.

Réacteurs Siloette, Siloé, LAMA et station de traitement des effluents et des déchets solides – Centre du CEA

Le centre du CEA de Grenoble (Isère) a été inauguré en janvier 1959. Des activités liées au développement des réacteurs nucléaires y ont été menées, avant d'être progressivement transférées vers d'autres centres du CEA dans les années 1980. Désormais, le centre de Grenoble exerce des missions de recherche et de développement dans les domaines des énergies renouvelables, de la santé et de la microtechnologie. Le CEA de Grenoble s'est lancé, en 2002, dans une démarche de dénucléarisation du site.

Le site comptait six installations nucléaires, qui ont cessé progressivement leur activité et sont passées en phase de démantèlement en vue d'aboutir à leur déclassement. Le déclassement du réacteur **Siloette** a été prononcé en 2007, celui du réacteur **Mélusine** en 2011, celui du réacteur **Siloé** en janvier 2015 et celui du **LAMA** en août 2017.

Les dernières INB du site (INB 36 et 79) sont la station de traitement des effluents et des déchets solides et l'entreposage de décroissance (**STED**). L'ensemble des bâtiments a été déconstruit, conformément à leur décret de démantèlement.

Les échanges techniques entre l'ASN et le CEA se sont poursuivis en 2018 concernant l'assainissement des sols de la STED, du point de vue radiologique et chimique. L'ensemble des opérations techniquement réalisables à un coût raisonnablement acceptable a été exécuté. Compte tenu de la présence d'un marquage résiduel chimique et radiologique, l'exploitant a déposé un dossier de déclassement accompagné d'un dossier d'institution de servitudes d'utilité publique en décembre 2019, qui ont été jugées non recevables par l'ASN en 2020 et pour lesquelles l'exploitant doit déposer une nouvelle demande.



Région Bourgogne-Franche-Comté

La division de Dijon contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 8 départements de la région [Bourgogne-Franche-Comté](#).

En 2020, l'ASN a réalisé 59 inspections dans la région Bourgogne-Franche-Comté concernant le nucléaire de proximité, dont 23 inspections dans le secteur médical, 22 inspections dans les secteurs industriel de la recherche ou vétérinaire, 3 inspections concernant l'exposition au radon, 5 inspections pour la surveillance d'organismes ou de laboratoires agréés, et 6 inspections spécifiques au transport de substances radioactives.

En 2020, 1 événement significatif de niveau 2 classé sur l'échelle ASN-SFRO a été déclaré à l'ASN.

Les usines de fabrication de Framatome situées en Bourgogne-Franche-Comté ont également fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN. Les actions conduites par l'ASN dans ce cadre sont décrites dans le chapitre 10. L'ASN a réalisé dans ces usines 6 inspections en 2020.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 8 services de radiothérapie externe,
- 4 services de curiethérapie,
- 14 services de médecine nucléaire, dont 3 pratiquent la radiothérapie interne vectorisée,
- 35 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 55 scanners à visée diagnostique,
- environ 800 appareils de radiologie médicale,
- environ 2 000 appareils de radiologie dentaire ;



p. 206

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 250 cabinets vétérinaires dont 3 avec des scanners,
- environ 400 établissements industriels et de recherche, dont 31 entreprises ayant une activité de radiographie industrielle,
- 1 irradiateur industriel par source radioactive,
- 2 scanners dédiés à la recherche,
- 2 accélérateurs, dont un pour de l'irradiation industrielle et l'autre pour la recherche et la production de médicaments destinés à l'imagerie médicale ;



p. 238

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;



p. 268

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 3 organismes pour le contrôle de la radioprotection,
- 5 organismes pour la mesure du radon,
- 1 laboratoire pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.



Région Bretagne

La division de Nantes contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 4 départements de la région [Bretagne](#). La division de Caen contrôle la sûreté nucléaire de la centrale des Monts d'Arrée (Brennilis) en démantèlement.

En 2020, l'ASN a réalisé 44 inspections, dont 2 inspections de la centrale des Monts d'Arrée en démantèlement, 40 inspections dans le nucléaire de proximité et 2 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives.

En 2020, 2 événements significatifs ont été classés sur l'échelle INES au niveau 1 dans le milieu médical.

La centrale nucléaire de Brennilis

La centrale nucléaire de [Brennilis](#) est située dans le département du Finistère, sur le site des Monts d'Arrée, à 55 km au nord de Quimper. Dénommée EL4-D, cette installation (INB 162) est un prototype industriel de centrale nucléaire (70 MWe), modérée à l'eau lourde et refroidie au dioxyde de carbone arrêtée définitivement en 1985.

Le [décret n° 2011-886 du 27 juillet 2011](#) a autorisé les opérations de démantèlement de la centrale, à l'exception du démantèlement du bloc réacteur. En juillet 2018, EDF a déposé un dossier de demande concernant le démantèlement complet de son installation. Celui-ci est en cours d'instruction par l'ASN.

Au cours de l'année 2020, EDF a notamment :

- poursuivi les aménagements préalables au démantèlement du bloc réacteur,
- commencé les opérations de prélèvements d'échantillons dans le bloc réacteur, autorisées par l'ASN par décision du 20 septembre 2019,
- poursuivi le repli du chantier du démantèlement de l'ancienne STE et fait réaliser, à la demande de l'ASN, les prélèvements en profondeur des terres sous-jacentes à la STE, pour analyse,
- mis en œuvre le protocole, autorisé par l'ASN en janvier 2020, de remontée progressive et maîtrisée du niveau de la nappe phréatique.

La réalisation de certaines opérations, telles que les prélèvements dans le bloc réacteur, a été retardée en raison des contraintes sanitaires imposées pour lutter contre la pandémie de Covid-19. Les activités ont néanmoins pu reprendre en fin d'année 2020.

L'ASN considère que l'exploitant mène ses travaux dans le respect des exigences de sûreté et de radioprotection et qu'il fait preuve de transparence concernant la détection, le traitement

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ l'installation nucléaire de base :

- la centrale des Monts d'Arrée (Brennilis), en démantèlement;

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 10 services de radiothérapie externe,
- 5 services de curiethérapie,
- 10 services de médecine nucléaire,
- 40 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles,
- 54 scanners,
- environ 2 500 appareils de radiologie médicale et dentaire;



p. 206

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- 1 cyclotron,
- 12 sociétés de radiologie industrielle dont 4 en gammagraphie,
- environ 450 autorisations d'équipements industriels et de recherche;



p. 238

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;



p. 268

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 5 agences pour le contrôle de la radioprotection,
- 14 établissements pour la mesure du radon,
- 3 sièges de laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.

et l'analyse des dysfonctionnements et événements survenant sur son site.

En 2021, l'ASN poursuivra l'instruction du dossier de démantèlement complet, ainsi que du rapport de conclusion du réexamen périodique du site de Brennilis, qui a été déposé en fin d'année 2019.



Région Centre-Val de Loire

La division d'Orléans contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 6 départements de la région [Centre-Val de Loire](#).

En 2020, l'ASN a réalisé 151 inspections dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection : 123 inspections des installations nucléaires des sites EDF de Belleville-sur-Loire, Chinon, Dampierre-en-Burly et Saint-Laurent-des-Eaux, et 28 inspections dans le nucléaire de proximité en région Centre-Val de Loire.

L'ASN a assuré par ailleurs 64 journées d'inspection du travail dans les centrales.

En 2020, 8 événements significatifs de niveau 1 classés sur l'échelle INES ont été déclarés par les exploitants des installations nucléaires EDF de la région Centre-Val de Loire.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé 5 procès-verbaux.

Centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire

La centrale nucléaire de [Belleville-sur-Loire](#) est située au nord-est du département du Cher, sur la rive gauche de la Loire, au carrefour de quatre départements (le Cher, la Nièvre, l'Yonne et le Loiret) et de deux régions administratives (Bourgogne-Franche-Comté et Centre-Val de Loire). La centrale comporte deux réacteurs de 1300 MWe, mis en service en 1987 et 1988, qui constituent respectivement les INB 127 et 128.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Les performances en matière d'environnement sont quant à elles en retrait par rapport à la moyenne nationale.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, la surveillance renforcée réalisée par l'ASN de 2017 à 2019 a conduit l'exploitant à mettre en œuvre un plan d'action pour améliorer les performances du site dans la conduite des installations. L'ASN estime qu'en 2020, le site a retrouvé un niveau globalement satisfaisant sur ce volet et qu'il doit maintenir ce niveau d'exigence afin de pérenniser les améliorations constatées. Les inspections ont montré une bonne gestion des essais périodiques et une amélioration dans la surveillance des paramètres en salle de commande. Des progrès restent toutefois à accomplir dans le domaine de la détection des écarts.

Concernant la maintenance des installations, les performances de la centrale nucléaire doivent être améliorées, notamment au regard des événements fortuits induits par la réalisation d'opérations de maintenance au cours de la visite décennale du réacteur 1. Enfin, la maîtrise du risque lié à l'incendie n'est pas satisfaisante : de nombreux écarts ont en effet été constatés par l'ASN en inspection sur la gestion du risque d'incendie

et deux départs de feu importants sont survenus sur le site en 2020.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire sont correctes. L'exploitant a maintenu un haut niveau d'exigence en matière de radioprotection pendant la crise sanitaire. Il apparaît néanmoins que la mise en œuvre des parades pour limiter l'exposition de certains intervenants aux rayonnements ionisants est insuffisante.

Dans le domaine de la protection de l'environnement, la gestion des déchets et la surveillance des rejets en conditions normales d'exploitation sont jugées satisfaisantes par l'ASN. En revanche, les contrôles menés en 2020 ont mis en évidence une gestion insuffisante du confinement des eaux d'extinction des incendies survenus sur le site. Plusieurs écarts ont par ailleurs été constatés par l'ASN concernant la prévention du risque lié aux légionnelles. Des engagements ont rapidement été pris par le site sur ce sujet.

En matière d'inspection du travail, dans le contexte de la pandémie de Covid-19, différentes inspections documentaires et sur le terrain ont été effectuées sur la thématique de la gestion de la crise sanitaire, en particulier lors des activités d'étanchéification de la paroi de l'enceinte de confinement du réacteur 1. Les observations adressées à la centrale et aux entreprises sous-traitantes ont conduit à des actions correctives. Des actions sont également attendues de la part de l'exploitant pour répondre aux constats effectués lors des inspections menées dans les bâtiments des diesels d'ultime secours (DUS) mis en exploitation en 2020. Enfin, une action de contrôle a été enclenchée concernant le détachement de salariés étrangers.



Centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly

La centrale nucléaire de [Dampierre-en-Burly](#) se situe sur la rive droite de la Loire, dans le département du Loiret, à environ 10 km en aval de Gien et 45 km en amont d'Orléans. Elle comprend quatre réacteurs nucléaires de 900 MWe, mis en service en 1980 et 1981. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 84, les réacteurs 3 et 4 l'INB 85. Le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention, créée en 2011 par EDF, à la suite de l'[accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima](#). Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF dans le domaine de la sûreté nucléaire, même si le niveau de sûreté du site est en baisse par rapport à 2019. Les performances en matière d'environnement et de radioprotection demeurent quant à elles en retrait par rapport à la moyenne nationale.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, les performances dans le domaine de la conduite normale demeurent globalement acceptables et des progrès sur la bonne configuration des circuits sont à souligner. En revanche, des défaillances organisationnelles en lien avec la compétence, la formation des agents de conduite ainsi que la gestion des essais périodiques de matériels importants pour la sûreté ont conduit à plusieurs déclarations d'événements significatifs au cours de l'année 2020. Concernant la maintenance des installations, l'ASN constate que les actions correctives menées par le site demeurent insuffisantes, notamment en matière de conformité des matériels et de respect du référentiel applicable, puisque de nombreux écarts sont relevés en inspections sur ces sujets et dans le cadre du suivi des arrêts de réacteur. Par ailleurs et depuis plusieurs années, il apparaît que la maîtrise des risques d'incendie et d'explosion n'est pas pleinement satisfaisante.

Dans le domaine de la radioprotection, les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly demeurent nettement insuffisantes, notamment concernant la maîtrise de la propreté radiologique et de la dispersion de la contamination sur les chantiers en zones contrôlées. Un plan de rigueur a été mis en place par le site dès 2017 mais celui-ci n'a pas permis d'atteindre les performances attendues. Dans ces conditions, l'ASN maintiendra en 2021 une surveillance ciblée du site sur le domaine de la radioprotection.

Enfin, en matière de protection de l'environnement, les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly doivent être améliorées. Si les limites de rejet pour les effluents gazeux et liquides demeurent globalement respectées, des actions correctives doivent rapidement être engagées par l'exploitant concernant la gestion du risque lié aux légionnelles (au regard des dépassements des valeurs limites observés en 2020), la gestion des déchets et la gestion du confinement des substances dangereuses.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire (2 réacteurs de 1300 MWe),
- la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly (4 réacteurs de 900 MWe),
- le site de Saint-Laurent-des-Eaux : la centrale nucléaire (2 réacteurs de 900 MWe) en fonctionnement, ainsi que les 2 réacteurs en démantèlement de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG) et les silos d'entreposage de chemises graphite irradiées,
- le site de Chinon : la centrale nucléaire (4 réacteurs de 900 MWe) en fonctionnement, ainsi que les 3 réacteurs UNGG en démantèlement, l'Atelier des matériaux irradiés (AMI) et le Magasin interrégional (MIR) de combustible neuf;

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 8 services de radiothérapie externe,
- 3 services de curiethérapie,
- 11 services de médecine nucléaire,
- 32 services mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 38 scanners,
- environ 2700 appareils de radiologie médicale et dentaire;



p. 206

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- 10 sociétés de radiographie industrielle,
- environ 330 équipements industriels, vétérinaires et de recherche;



p. 238

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;



p. 268

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 2 organismes pour le contrôle de la radioprotection,
- 4 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.

En matière d'inspection du travail, le site doit désormais mettre en place des plans de résorption des non-conformités détectées à la suite des actions de l'année passée dans le domaine électrique. Enfin, des actions sont attendues de la part de l'exploitant pour répondre aux constats effectués lors des inspections menées dans les bâtiments des DUS mis en exploitation en 2020. Dans le contexte de la pandémie de Covid-19, différentes inspections documentaires et sur le terrain ont été effectuées sur la gestion de la crise sanitaire. Les observations adressées à la centrale et aux entreprises sous-traitantes ont conduit à des actions correctives.

SITE DE CHINON

Le [site de Chinon](#), situé sur le territoire de la commune d'Avoine dans le département d'Indre-et-Loire, en rive gauche de la Loire, comporte différentes installations nucléaires, certaines en fonctionnement, d'autres à l'arrêt ou en cours de démantèlement. Au sud du site, la centrale de Chinon B comporte quatre réacteurs d'une puissance 900 MWe en fonctionnement, mis en service en 1982-1983 pour les deux premiers qui constituent l'INB 107, puis 1986-1987 pour les deux derniers qui constituent l'INB 132. Au nord, les trois anciens réacteurs appartenant à la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG), dénommés Chinon A1, A2 et A3, sont en cours de démantèlement. Sont également implantés une installation d'expertise des matériaux activés ou contaminés, l'Atelier des matériaux irradiés (AMI), dont les activités d'expertise ont cessé et ont été complètement transférées vers un nouveau laboratoire appelé le Lidec, et le Magasin interrégional (MIR).

Centrale nucléaire de Chinon

Réacteurs B1, B2, B3 et B4 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Chinon rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de l'environnement.

L'ASN considère que le site se maintient à un niveau satisfaisant en conduite incidentelle et accidentelle et pour l'analyse des écarts pouvant avoir des conséquences sur la sûreté. Toutefois, l'année 2020 a été marquée par une recrudescence d'événements significatifs liés au non-respect des règles générales d'exploitation des réacteurs par les équipes de conduite, raison pour laquelle l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire en matière de sûreté sont en baisse.

Les performances de la centrale nucléaire de Chinon en matière de radioprotection en baisse depuis 2018 peuvent être améliorées. L'année 2020 a été marquée par un nombre non négligeable d'événements significatifs en radioprotection, notamment dus à l'absence de port de dosimètre par des intervenants et par des défaillances concernant la déclinaison des parades de radioprotection mentionnées dans les analyses de risques sur les chantiers.

Les performances de la centrale nucléaire de Chinon en matière d'environnement doivent être améliorées. Si les valeurs limites de rejet pour les effluents gazeux et liquides demeurent dans l'ensemble respectées, un dépassement a été constaté en 2020 concernant l'activité volumique moyenne en Loire à la suite d'une erreur d'analyse de l'activité d'un effluent rejeté par le site. Par ailleurs, les délais pris par la centrale nucléaire pour reconstituer l'étanchéité du réseau censé collecter les eaux d'extinction en cas d'incendie ne sont pas adaptés aux enjeux et la gestion des déchets n'a pas la rigueur attendue. Ces écarts doivent faire l'objet d'actions prioritaires pour l'exploitant.

En matière d'inspection du travail, des améliorations sont attendues de la part de l'exploitant pour une meilleure maîtrise du risque électrique, ainsi que pour répondre aux constats

effectués lors des inspections menées dans les bâtiments des DUS mis en exploitation en 2020. Enfin, une action de contrôle a été enclenchée concernant le détachement de salariés étrangers. Dans le contexte de la pandémie de Covid-19, différentes inspections documentaires et de terrain ont été effectuées sur la gestion de la crise sanitaire. Les observations adressées à la centrale et aux entreprises sous-traitantes ont conduit à des actions correctives.

Réacteurs A1, A2 et A3 en démantèlement

La filière UNGG est constituée de six réacteurs, dont les réacteurs de Chinon A1, A2 et A3. Ces réacteurs de première génération fonctionnaient avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisaient le graphite comme modérateur, et étaient refroidis au gaz. Au sein de cette filière, on distingue les réacteurs dits « intégrés », dont les échangeurs de chaleur se situent sous le cœur du réacteur à l'intérieur du caisson, et les réacteurs « non intégrés », dont les échangeurs se situent de part et d'autre du caisson du réacteur. Les réacteurs Chinon A1, A2 et A3 sont des réacteurs UNGG « non intégrés ». Ils ont été arrêtés respectivement en 1973, 1985 et 1990.

Les réacteurs A1 et A2 ont été partiellement démantelés et transformés en installations d'entreposage de leurs propres matériels (Chinon A1 D et Chinon A2 D). Ces opérations ont été autorisées respectivement par les décrets du [11 octobre 1982](#) et du [7 février 1991](#). Chinon A1 D est actuellement démantelé partiellement et est aménagé en [musée](#) – le musée de l'Atome – depuis 1986. Chinon A2 D est également démantelé partiellement et abrite le [GIE Intra](#) (robots et engins destinés à intervenir sur des installations nucléaires accidentées). Le démantèlement complet du réacteur Chinon A3 a été autorisé par le [décret du 18 mai 2010](#), avec un scénario de démantèlement « sous eau ».

En mars 2016, EDF a annoncé un changement complet de stratégie de démantèlement de ses réacteurs définitivement à l'arrêt. Dans cette nouvelle stratégie, le scénario de démantèlement prévu pour l'ensemble des caissons de réacteur est un démantèlement « sous air » et le caisson de Chinon A2 serait démantelé en premier (voir chapitre 13). La [décision n° CODEP-CLG-2020-021253 du président de l'ASN du 3 mars 2020](#) impose à EDF de déposer avant fin 2022 un dossier de démantèlement pour les réacteurs Chinon A1 et A2 et de mettre à jour celui de Chinon A3, pour tenir compte des évolutions du scénario de démantèlement et des modifications des délais annoncés.

En 2020, la réalisation des chantiers de démantèlement a été retardée de plusieurs mois en raison des contraintes sanitaires imposées pour lutter contre la pandémie de Covid-19. EDF a néanmoins mis en place son plan de continuité d'activité pour maintenir certains chantiers et réaliser les contrôles et essais périodiques de ses équipements.



Concernant le réacteur Chinon A2, EDF a poursuivi les opérations préparatoires au démantèlement hors caisson et réalisé des investigations dans le caisson. EDF a également poursuivi le démantèlement des échangeurs de Chinon A3, après plusieurs interruptions en 2019 et 2020 liées à la découverte d'amiante.

L'ASN considère que le niveau de sûreté des installations nucléaires en démantèlement de Chinon (Chinon A1, A2 et A3) est satisfaisant. Les contrôles menés en 2020 ont notamment permis de constater une bonne gestion des déchets sur le site ainsi qu'un bon suivi des contrôles des installations électriques. Cependant, des améliorations sont attendues pour la réalisation du programme de surveillance des intervenants extérieurs. Par ailleurs, des faiblesses ont été constatées concernant la protection de Chinon A2 contre la foudre.

LES INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE »

Magasin interrégional de combustible neuf

Le MIR de Chinon, mis en service en 1978, est une installation d'entreposage d'assemblages de combustible neufs, dans l'attente de leur utilisation dans divers réacteurs d'EDF. Elle constitue l'[INB 99](#). Avec le MIR du Bugey, l'installation concourt à la gestion des flux d'approvisionnement des réacteurs en assemblages de combustible.

Le MIR a été équipé d'un nouveau pont de manutention en 2019. Dans le cadre d'un référentiel actualisé, autorisé par l'ASN, l'exploitation nominale de l'installation a ainsi repris, en 2020, avec la réception et l'entreposage d'assemblages de combustible neufs. Une inspection a permis de constater le bon déroulement des opérations d'exploitation.

LES INSTALLATIONS DE RECHERCHE EN DÉMANTÈLEMENT

Atelier des matériaux irradiés

L'AMI, déclaré et mis en service en 1964, est situé sur le site nucléaire de Chinon et exploité par EDF. Cette installation ([INB 94](#)), dont le fonctionnement a cessé, est en attente

de démantèlement. Elle était destinée essentiellement à la réalisation d'examen et d'expertises sur des matériaux activés ou contaminés en provenance des réacteurs à eau sous pression.

Les activités d'expertise ont été complètement transférées en 2015 dans une nouvelle installation du site, le Laboratoire intégré du Ceidre (Lidec).

L'ASN a achevé en 2020 son instruction du dossier de démantèlement et a rendu son avis sur le projet de décret de démantèlement début 2020. Le [décret n° 2020-499 de démantèlement de l'AMI a été publié le 30 avril 2020](#) et son entrée en vigueur marquera le début de la phase de démantèlement de l'installation.

Dans la perspective du démantèlement de l'installation, les activités de l'AMI étaient essentiellement des opérations de surveillance et de préparation au démantèlement. L'année 2020 a été principalement marquée par la poursuite du traitement et de l'évacuation de déchets anciens et de divers équipements inutilisés. Ainsi, l'ensemble des déchets historiques des puits (hors déchets magnésiens) a été caractérisé et conditionné. Il n'y a par ailleurs plus de déchets liquides à traiter. Les déchets historiques magnésiens devraient, pour leur part, être conditionnés début 2021.

La grande majorité des chantiers ont été arrêtés de mi-mars à début juin 2020, du fait de la crise sanitaire. Pendant cette période, seules les activités essentielles (notamment les contrôles et essais périodiques) ont été maintenues. Les activités non essentielles ont progressivement repris pour revenir à un régime normal d'activité en septembre 2020.

L'ASN estime que la gestion des fonctions supports, et en particulier des alimentations électriques, est satisfaisante. Une vigilance particulière doit toutefois être portée au bon fonctionnement de la ventilation et à la recherche des causes des défaillances rencontrées. À titre d'exemple, des améliorations sont attendues concernant le suivi des valeurs de dépressions relevées et les tests d'efficacité des filtres dits « de très haute efficacité ».

L'exploitant doit par ailleurs assurer une meilleure déclinaison de certaines dispositions réglementaires, notamment en matière de gestion des déchets ou de leur conditionnement.

SITE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX

Le [site de Saint-Laurent-des-Eaux](#), situé sur le territoire de la commune de Saint-Laurent-Nouan dans le Loir-et-Cher, en bord de Loire, comporte différentes installations nucléaires, certaines en fonctionnement et d'autres en cours de démantèlement. La centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux comporte deux réacteurs B1 et B2 en fonctionnement, mis en service en 1980 et 1981, qui constituent l'[INB 100](#). Le site comporte également deux anciens réacteurs nucléaires A1 et A2 de la filière UNGG en phase de démantèlement, et les deux silos d'entreposage des chemises de graphite provenant de l'exploitation des réacteurs A1 et A2.

Centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux

Réacteurs B1 et B2 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF en matière de sûreté et de radioprotection. En matière de protection de l'environnement, les performances se distinguent favorablement et sont jugées globalement satisfaisantes.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN constate que le site présente des performances stables depuis 2018 malgré la mise en place d'un plan de rigueur sûreté. L'origine des écarts

a toutefois évolué. Plusieurs événements mettent notamment en évidence des défauts dans la détection des écarts, le respect de la conduite à tenir ou la documentation utilisée pour la réalisation des activités. À titre d'exemple, la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux a connu en 2020 un arrêt automatique de réacteur avec mise en service intempestive d'un système de sauvegarde, qui a révélé des déficiences concernant la préparation et la réalisation de certaines activités, bien que des actions correctives ont depuis été mises en place. L'ASN tient à souligner la bonne tenue générale des chantiers et un état apparent des matériels contrôlés satisfaisant.

De manière générale, la gestion de la radioprotection par la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux répond globalement aux attentes de l'ASN. Le nombre d'écarts détectés par l'ASN est en diminution en 2020 par rapport à 2019, qui avait vu la réalisation d'une inspection renforcée en radioprotection. Ce constat est également à mettre en parallèle avec la réalisation d'un seul arrêt de réacteur en 2020, contre deux habituellement.

L'organisation du site pour répondre aux exigences réglementaires de protection de l'environnement est jugée satisfaisante. Les différentes installations contrôlées sont bien tenues. La gestion des déchets tout comme les rejets liquides ou gazeux n'ont pas appelé de remarque particulière.

Concernant l'inspection du travail, à la suite à l'inspection menée en 2019 sur le risque d'incendie, les efforts dans le domaine de l'utilisation et la maintenance des systèmes d'évacuation doivent être poursuivis par la centrale nucléaire. Enfin, des actions sont attendues de la part de l'exploitant pour répondre aux constats effectués lors des inspections menées dans les bâtiments des DUS. Dans le contexte de la pandémie de Covid-19, différentes inspections documentaires et terrains ont été effectuées sur la gestion de la crise sanitaire. Les observations adressées à la centrale et aux entreprises sous-traitantes ont nécessité des actions correctives.

Réacteurs A1 et A2 en démantèlement

L'ancienne centrale de Saint-Laurent-des-Eaux constitue une INB qui comprend deux réacteurs UNGG «intégrés», les [réacteurs A1 et A2](#). Ces réacteurs de première génération, qui fonctionnaient avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisaient le graphite comme modérateur et étaient refroidis au gaz. Leur mise à l'arrêt définitif a été prononcée respectivement en 1990 et 1992. Le démantèlement complet de l'installation a été autorisé par le [décret du 18 mai 2010](#).

Toutefois, compte tenu du changement de stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG indiqué par EDF en 2016, la décision n° CODEP-CLG-2020-021253 du président de l'ASN du 3 mars 2020 impose à EDF de déposer un nouveau dossier de démantèlement avant fin 2022, pour modifier le décret actuel compte tenu des évolutions du scénario de démantèlement du caisson du réacteur et des modifications des délais annoncés (voir chapitre 13).

En 2020, la réalisation des chantiers de démantèlement a été retardée de plusieurs mois en raison des contraintes sanitaires imposées pour lutter contre la pandémie de Covid-19. EDF a néanmoins mis en place son plan de continuité d'activité pour maintenir certains chantiers et réaliser les contrôles et essais périodiques de ses équipements.

L'ASN considère que le niveau de sûreté des réacteurs de Saint-Laurent-des-Eaux A est satisfaisant. L'ASN a constaté, lors de ses inspections, une bonne tenue générale des locaux et des chantiers. De plus, l'organisation mise en place pour maîtriser les confinements statique et dynamique des installations est satisfaisante. L'ASN relève également que les effluents radioactifs présents sur les aires d'entreposage de déchets nucléaires ont été reconditionnés dans des contenants pérennes mieux adaptés aux caractéristiques des effluents. Cependant, le suivi du vieillissement des équipements utilisés lors des opérations de démantèlement doit être amélioré.

Silos de Saint-Laurent-des-Eaux

L'[installation](#), autorisée par le [décret du 14 juin 1971](#), est constituée de deux silos dont la fonction est l'entreposage de chemises de graphite irradiées issues de l'exploitation des réacteurs UNGG de Saint-Laurent-des-Eaux A. Le confinement statique de ces déchets est assuré par les structures des casemates en béton des silos, dont l'étanchéité est assurée par un cuvelage en acier. Par ailleurs, EDF a mis en place en 2010 une enceinte géotechnique autour des silos, permettant de renforcer la maîtrise du risque de dissémination de substances radioactives, qui constitue l'enjeu principal de l'installation.

L'exploitation de cette INB se limite à des mesures de surveillance et d'entretien : contrôles et mesures de surveillance radiologique des silos, contrôle de l'absence d'entrée d'eau, de l'hygrométrie, des débits de dose au voisinage des silos, de l'activité de la nappe, suivi de l'état du génie civil. Lors de ses contrôles, l'ASN a relevé que ces actions étaient réalisées de manière satisfaisante.

Dans le cadre du changement de stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG, EDF a annoncé en 2016 sa décision d'engager les opérations de sortie des chemises de graphite des silos sans attendre la disponibilité d'un stockage définitif pour les déchets de graphite. Dans ce but, EDF envisage la création d'une nouvelle installation d'entreposage des chemises de graphite sur le site de Saint-Laurent-des-Eaux.

L'ASN est dans l'attente de la déclaration d'arrêt définitif de l'installation par EDF. Le dépôt du dossier de démantèlement, qui prendra en compte les opérations de désilage, d'assainissement et de démolition des silos actuels, est, quant à lui, prévu à l'horizon 2022.



Collectivité de Corse

La division de Marseille contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans la collectivité de [Corse](#).

En 2020, l'ASN a réalisé 6 inspections en Corse, dont 5 dans le domaine médical et 1 dans le domaine industriel.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 2 services de radiothérapie externe,
- 2 services de médecine nucléaire,
- 7 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 9 scanners,
- environ 330 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



p. 206

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 40 vétérinaires utilisant des appareils de radiodiagnostic,
- environ 40 établissements industriels et de recherche dont 1 entreprise exerçant une activité de radiographie industrielle ;



p. 238

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;



p. 268

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 2 organismes pour la mesure du radon.



Départements et régions d'outre-mer

La division de Paris contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les **6 départements et régions d'outre-mer** (Guadeloupe, Martinique, Guyane, La Réunion, Mayotte, Saint-Pierre-et-Miquelon). Celle-ci intervient également en tant qu'expert auprès des autorités compétentes de Nouvelle-Calédonie et de Polynésie française.

En 2020, dans les départements et régions d'outre-mer, 6 inspections ont été réalisées dans le domaine du nucléaire de proximité sur l'île de la Réunion.

En 2020, un événement concernant les patients a été classé au niveau 2 sur l'[échelle ASN-SFRO](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 4 services de radiothérapie externe,
- 2 services de curiethérapie,
- 3 services de médecine nucléaire,
- 24 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- environ 30 établissements détenant au moins un scanner,
- environ 100 cabinets de radiologie médicale,
- environ 1000 appareils de radiologie dentaire ;



p. 206

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- plus de 70 utilisateurs d'appareils de radiologie vétérinaire,
- 3 sociétés de radiologie industrielle utilisant des appareils de gammagraphie,
- 1 cyclotron ;



p. 238

■ des activités liées au transport de substances radioactives.



p. 268



Région Grand Est

Les divisions de Châlons-en-Champagne et Strasbourg contrôlent conjointement la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 10 départements de la région **Grand Est**.

En 2020, l'ASN a mené 170 inspections dans la région Grand Est, dont 79 dans les centrales nucléaires en exploitation, 4 dans les installations de stockage de déchets radioactifs et sur le site de la centrale nucléaire de Chooz A en démantèlement, 73 dans le domaine du nucléaire de proximité, 8 concernant le transport de substances radioactives et 6 concernant des organismes ou laboratoires agréés.

L'ASN a par ailleurs réalisé 14,5 journées d'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

Au cours de l'année 2020, 19 événements significatifs déclarés par les exploitants des installations nucléaires de la région Grand Est ont été classés au niveau 1 sur l'échelle INES.

Dans le domaine du nucléaire de proximité, 2 événements significatifs ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES (1 dans le domaine industriel et 1 dans le domaine médical).

Centrale nucléaire de Cattenom

La centrale nucléaire de **Cattenom** est située sur la rive gauche de la Moselle, à 5 km de la ville de Thionville et à 10 km du Luxembourg et de l'Allemagne.

Elle comprend quatre REP d'une puissance unitaire de 1300 MWe mis en service entre 1986 et 1991. Les réacteurs 1, 2, 3 et 4 constituent respectivement les INB 124, 125, 126 et 137. C'est, avec les centrales de Paluel et de Gravelines, une des centrales les plus grandes dans le monde en puissance installée.

L'ASN considère que la performance de la centrale de Cattenom est en progrès en matière de sûreté, et rejoint, malgré quelques fragilités persistantes, l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF en matière de protection de l'environnement et de radioprotection.

Ainsi l'année 2020 a été marquée par une certaine amélioration des performances du site en matière de sûreté, dont les résultats se distinguent favorablement par rapport à ceux des centrales nucléaires d'EDF. Pour autant, cette orientation doit s'analyser dans un contexte d'une année 2020 relativement peu chargée en activité de maintenance et plus favorable à de bons résultats. Cette tendance reste donc à confirmer au regard de programmes de maintenance significativement

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Cattenom (4 réacteurs de 1300 MWe),
- la centrale nucléaire de Chooz A (1 réacteur de 305 MWe, en démantèlement),
- la centrale nucléaire de Chooz B (2 réacteurs de 1450 MWe),
- la centrale nucléaire de Fessenheim (2 réacteurs de 900 MWe) à l'arrêt définitif,
- la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine (2 réacteurs de 1300 MWe),
- le centre de stockage de déchets radioactifs de faible et moyenne activité à vie courte implanté à Soullaines-Dhuys dans l'Aube (CSA) ;

■ le projet Cigéo de stockage géologique de déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue ;

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 14 services de radiothérapie externe,
- 5 services de curiethérapie,
- 20 services de médecine nucléaire,
- 93 scanners,
- 80 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- environ 2100 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



p. 206

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- 277 activités industrielles et vétérinaires relevant du régime d'autorisation,
- 24 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- 50 laboratoires de recherche, principalement implantés dans les universités de la région ;



p. 238

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;

■ 5 sièges d'organismes agréés en matière de radioprotection.



p. 268

plus chargés dans les années à venir et de la consolidation des résultats attendus du déploiement du plan d'amélioration de la rigueur d'exploitation lancé en 2020.

L'ASN a noté une forte implication des équipes de conduite des réacteurs pour l'application rigoureuse des règles d'exploitation, qui s'illustre par l'absence d'arrêt automatique en 2020 ou d'événements lors de plusieurs replis de réacteurs.

Dans le domaine de la maintenance, les efforts ont conduit à une amélioration du niveau de surveillance des gestes techniques réalisés, ainsi qu'à des actions permettant de limiter les écarts lors des interventions et des chantiers. Cette amélioration est cependant contrebalancée par des remises en service de systèmes rallongées avec impact sur les durées de fin d'arrêt. Par ailleurs, l'impact de la crise sanitaire a bien été maîtrisé et anticipé.

Le nombre d'événements significatifs a suivi la tendance à l'amélioration observée sur le plan qualitatif, avec 40 événements déclarés par le site contre 51 en 2019. Toutefois, un nombre important de ces événements sont encore à associer à des défaillances organisationnelles ou humaines, dans la lignée des années précédentes; ainsi, des contrôles réalisés en 2020 ont mis en lumière de nombreuses défaillances dans la réalisation des examens de conformité réalisés dans le cadre des visites décennales des réacteurs 1 et 2 en 2016 et 2018, conduisant le site à devoir réaliser de nouveau de nombreux examens de conformité *a posteriori*. En outre, plusieurs indisponibilités répétées des systèmes de mesure de la radioactivité (KRT) ou du système de réfrigération intermédiaire (RRI) sont à noter. Enfin, certains écarts mineurs ont été identifiés dans l'intégration ou la prise en compte des modifications à apporter aux systèmes de lutte contre l'incendie. La capacité du site à déclarer et analyser les événements significatifs reste satisfaisante, les délais étant respectés et les analyses réalisées de bonne qualité.

Le plan d'amélioration de la rigueur d'exploitation mis en place par EDF à la suite du diagnostic d'une tendance négative en 2019 a ainsi apporté des premiers résultats globalement

encourageants; il conviendra d'en poursuivre la mise en œuvre afin de confirmer et compléter ces résultats, notamment pour l'organisation, la réalisation et la surveillance des activités de maintenance à venir.

En matière d'environnement, l'année 2020 a été moins contrainte que l'année 2019, qui avait été marquée par un étiage long de la Moselle. Toutefois, l'exposition du site aux enjeux climatiques, nécessitant notamment des besoins accrus de nettoyage des échangeurs du système de réfrigération intermédiaire, reste un sujet de vigilance. Par ailleurs, un dépassement du premier seuil en concentration en légionnelle dans le circuit de refroidissement tertiaire a été constaté en 2020. Il s'agit d'un enjeu, spécifique au site, nécessitant un pilotage particulier, sur l'ensemble de l'année, des campagnes de traitements biocides.

Quelques événements liés à des déversements accidentels de produits chimiques (hydrazine, ferrolin) rappellent la nécessité d'améliorer les pratiques du site en matière de gestion et de confinement des produits.

Dans le domaine de la radioprotection, la préparation des chantiers sous l'angle des enjeux radiologiques et la maîtrise de la contamination ont fait l'objet d'efforts sensibles; elle pourra gagner à s'appuyer sur une prise en compte plus directe de l'état réel des installations et de son évolution, plutôt que sur des approches théoriques de la démarche d'optimisation. Par ailleurs, plusieurs écarts identifiés sur des points fondamentaux, tels que la maîtrise des accès aux zones rouges, ont été notés et nécessitent des actions spécifiques de l'exploitant.

Enfin, dans le domaine de la sécurité au travail, la centrale de Cattenom a montré une bonne capacité à mettre en place les mesures nécessaires dans le cadre de la crise sanitaire, et à adapter l'organisation du site en conséquence. L'incident de déversement d'hydrazine mentionné ci-dessus a mis en lumière une situation sensible au sein d'une entreprise prestataire, qui a fait l'objet d'une attention particulière de l'inspecteur du travail.

Centrale nucléaire de Chooz

La centrale nucléaire de Chooz est exploitée par EDF dans le département des Ardennes, sur le territoire de la commune de Chooz, à 60 km au nord de Charleville-Mézières. Le site est constitué de la centrale nucléaire des [Ardennes](#), dite Chooz A, comprenant le réacteur A (INB 163), exploité de 1967 à 1991, dont les opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement ont été autorisées par le [décret n° 2007-1395 du 27 septembre 2007](#), et la centrale nucléaire de [Chooz B](#), comprenant deux réacteurs d'une puissance de 1450 MWe chacun (INB 139 et 144), mis en service en 2001.

Réacteurs B1 et B2 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire de la centrale nucléaire de Chooz B rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF, mais qu'elles sont légèrement en retrait concernant la radioprotection. En matière

de protection de l'environnement, les performances se distinguent favorablement et sont jugées satisfaisantes.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, l'ASN constate que la dynamique de progrès installée depuis plusieurs années dans l'exploitation des réacteurs se poursuit, avec notamment une diminution du nombre d'événements significatifs, dans un contexte pourtant marqué par une forte activité liée à la visite décennale du réacteur 1. Une vigilance particulière doit être maintenue quant à la gestion des documents opérationnels et la traçabilité de la validation des contrôles et du suivi de l'état des installations.

Concernant la maintenance, des efforts doivent être poursuivis en matière de rigueur d'intervention. Une attention particulière doit par ailleurs être portée sur l'organisation des activités pour garantir la pérennité de la qualification des équipements aux conditions accidentelles, ainsi que sur la qualité des analyses de risques.



En matière de radioprotection, des manques de rigueur dans les comportements individuels et des lacunes en matière de propreté radiologique ont encore été trop souvent constatés à l'occasion de l'arrêt pour visite décennale du réacteur 1. La réflexion de fond engagée par l'exploitant sur l'optimisation de la radioprotection sur les chantiers à fort enjeu radiologique n'a pas encore porté pleinement ses fruits. Une amélioration est néanmoins notée quant au respect des objectifs en matière de dosimétrie collective au cours de cette visite décennale.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère l'organisation du site globalement satisfaisante. Des améliorations sont toutefois attendues sur la priorisation des actions de maintenance curative des équipements participant à la maîtrise des risques microbiologiques.

Au titre de l'inspection du travail, la crise sanitaire a occupé une place importante dans les contrôles menés par l'ASN, ainsi que dans les échanges avec l'exploitant et les instances représentatives du personnel. Un contrôle a été réalisé sur la mise en œuvre des opérations de lavage, dans le but notamment de vérifier la conformité des équipements de travail. Une vigilance particulière doit être portée sur l'entretien et la maintenance de ces équipements.

Réacteur A en démantèlement

En 2020, les travaux de démantèlement des équipements à l'intérieur de la cuve se sont poursuivis, malgré une longue période d'arrêt de toutes les activités en raison de la crise sanitaire. Après le transfert du couvercle de cuve vers le centre de

stockage de l'Aube (CSA) de l'Andra à la fin de l'année 2019, l'année a été marquée par l'envoi des premiers colis de déchets de faible et moyenne activité vers l'installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) exploitée par EDF sur le site du Bugey dans l'Ain.

L'examen du dossier de réexamen de sûreté de l'installation, déposé en 2017, s'est poursuivi en 2020 après la transmission par EDF de plusieurs compléments demandés par l'ASN.

D'une manière générale, l'ASN considère que l'exploitant doit maintenir sa vigilance dans les différents domaines que sont la radioprotection, l'environnement et la surveillance des prestataires. Le peu d'activité au cours de l'année 2020, en raison du contexte sanitaire, ne permet toutefois pas de mesurer l'efficacité des plans d'actions mis en place dans ces domaines à la demande de l'ASN.

Dans le domaine particulier de la radioprotection, les engagements pris en 2019, relatifs à l'organisation de l'exploitant, ont été tenus. La prise en compte du risque de contamination aux particules alpha reste un enjeu majeur sur le site et continue d'être particulièrement suivi par l'ASN.

Enfin, en matière de sécurité au travail, une inspection portant notamment sur la régularité des conditions d'intervention d'entreprises internationales sur le territoire français a été réalisée. Elle a permis d'identifier des écarts concernant des entreprises sous-traitantes lors du déroulement de leurs interventions.

Centrale nucléaire de Fessenheim

La centrale nucléaire de [Fessenheim](#) comprend deux REP, d'une puissance unitaire de 900 MWe. Elle est située à 1,5 km de la frontière allemande et à 30 km environ de la Suisse. Les deux réacteurs ont été mis en service en 1977 et ont été arrêtés définitivement en 2020.

L'année 2020 a été marquée par l'arrêt définitif de la production des 2 réacteurs du site, l'un le 22 février et l'autre le 30 juin, conformément aux dates annoncées par EDF dans sa déclaration de mise à l'arrêt définitif du 27 septembre 2019.

La fin de l'activité de production du site de Fessenheim s'est faite avec un niveau de performance très satisfaisant en matière de sûreté, en ligne avec les bons résultats obtenus par le site depuis plusieurs années. Le nombre d'événements significatifs déclarés au cours de la période de production des réacteurs a été en dessous de la moyenne du parc et il a été constaté le maintien d'une très bonne qualité d'exploitation des réacteurs. Ces performances découlent notamment de la forte volonté de la direction et des agents du site de maintenir une rigueur d'exploitation exemplaire jusqu'à l'arrêt définitif des réacteurs.

À partir du mois de septembre 2020, compte tenu des départs en cours dans les différents services et de la fin de production, l'organisation du site a été modifiée en ce qui concerne le dimensionnement des équipes de conduite, l'organisation du PUI, la prestation des équipes incendie, l'organigramme du site et le nombre de services. Contrastant avec la situation

constatée pendant la période de production, cette période a vu une augmentation passagère des événements significatifs présentant une composante de « facteurs organisationnels et humains » inhabituelle, possiblement liée à la perturbation des pratiques organisationnelles et managériales résultant de la réorganisation en cours des services.

Par ailleurs, l'activité sur site se démarque, depuis l'arrêt de production, des opérations récurrentes habituelles d'exploitation et de maintenance, et concerne des systèmes, des procédures ou des configurations avec lesquels les équipes du site sont moins familières. L'ASN a ainsi observé, dans le domaine de l'environnement, quelques événements relatifs à des erreurs de gestion de circuits, attribuables à de telles opérations inhabituelles. Ces opérations nécessitent une adaptation des pratiques d'analyse des risques aux nouvelles activités du site.

Au-delà des activités associées à la préparation du démantèlement, un certain niveau d'activité de maintenance est appelé à perdurer, notamment concernant les systèmes qui restent en fonctionnement, tels que la ventilation, le traitement des effluents ou la lutte contre le risque d'incendie. L'ASN a noté, dans ce domaine d'activité, l'attitude proactive et la bonne maîtrise du site.

Enfin, au regard de la présence du combustible sur site jusqu'en 2023, l'ASN a prescrit, dans la [décision n° 2020-DC-0699 du 17 novembre 2020](#), la mise en place d'un « noyau dur adapté » de dispositions matérielles et organisationnelles,

devant permettre d'éviter le dénoyage des assemblages de combustible dans les piscines d'entreposage, dans toute situation d'agression extrême de niveau « noyau dur ». Cette même décision impose le renforcement de certaines installations du site, en particulier le forage en nappe et le groupe électrogène associé, qui constituent une source de refroidissement et une source électrique supplémentaires

mobilisables en cas d'accident. Les travaux nécessaires ont été réalisés conformément à l'échéance de ces prescriptions au 31 décembre 2020. Enfin cette décision impose une date limite au 31 décembre 2023 pour l'évacuation du combustible du site, ce qui supprimera *de facto* la source du risque d'accident nucléaire majeur.

Mise à l'arrêt définitif du site de Fessenheim et préparation au démantèlement

Conformément à la déclaration d'arrêt définitif transmise à la ministre chargée de la sûreté nucléaire et à l'ASN, le 27 septembre 2019, EDF a procédé en 2020 à l'arrêt définitif des deux réacteurs de la centrale nucléaire de Fessenheim, le 22 février pour le premier réacteur, puis le 30 juin pour le second.

En juin 2020, EDF a publié une nouvelle version du plan de démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim, en réponse aux demandes de compléments de l'ASN sur la version du plan reçue avec la déclaration d'arrêt définitif. EDF y a apporté les éléments de justification demandés par l'ASN sur la stratégie suivie pour le choix des opérations préparatoires au démantèlement ainsi que les précisions attendues concernant l'opération de décontamination du circuit primaire et le planning d'évacuation du combustible usé.

En vue de l'obtention du décret de démantèlement, EDF a transmis en novembre 2020 à la ministre chargée de la sûreté nucléaire le dossier de démantèlement prévu à l'article L. 593-27 du code de l'environnement. Si le ministère estime ce dossier recevable, il saisira ensuite l'ASN, qui l'instruira à compter de 2021. En parallèle de ce dossier de démantèlement, l'ASN instruira également le rapport de conclusion du réexamen transmis par EDF en septembre 2020 pour les deux réacteurs du site de Fessenheim. L'ASN évaluera ainsi les conditions de sûreté de l'installation durant les phases de préparation au démantèlement et de démantèlement.

EDF prévoit une phase de préparation au démantèlement de 5 ans, qui s'étendra jusqu'à l'obtention du décret qui prescrira le démantèlement des réacteurs. Une fois ce décret obtenu, le démantèlement du site devrait durer une vingtaine d'années jusqu'à l'atteinte de l'état final, avec pour objectif le déclassement de l'INB.

Les principales opérations préparatoires au démantèlement envisagées par EDF consistent à évacuer l'ensemble du combustible présent sur site et à décontaminer le circuit primaire de chacun des deux réacteurs. Cette opération vise à réduire au maximum les risques liés aux rayonnements ionisants lors du démantèlement de l'installation. Par ailleurs, des espaces pour le traitement et le conditionnement des déchets doivent être aménagés dans les locaux en vue des travaux de démantèlement à venir.

Ainsi, à la suite de l'arrêt définitif, les cœurs des deux réacteurs ont été totalement déchargés; le combustible usé a été entreposé dans les piscines de refroidissement du site, en vue de son évacuation vers les installations de traitement de La Hague. Une dizaine de transports ont déjà été réalisés

en 2020 pour évacuer des combustibles usés. La décision n° 2020-DC-0699 de l'ASN du 17 novembre 2020 impose à EDF de terminer cette évacuation avant fin 2023.

EDF a également engagé des travaux préparatoires au démantèlement, notamment concernant l'évacuation des anciens générateurs de vapeur est prévue lors de la phase de préparation au démantèlement, dans le but de libérer et de réutiliser le bâtiment d'entreposage pour les générateurs de vapeur issus du démantèlement. EDF prévoit d'évacuer vers la Suède les six anciens générateurs actuellement entreposés sur site, afin de les valoriser par fusion dans son usine Cyclife. En ce qui concerne les générateurs de vapeur issus du démantèlement, EDF envisage de les valoriser dans une installation centralisée de découpe et de fusion qu'EDF souhaite implanter en France. Si l'article 6 de la décision du 21 février 2020, prise conjointement par la ministre chargée de la sûreté nucléaire et par le président de l'ASN, ouvre la perspective d'une évolution du cadre réglementaire applicable à la gestion des déchets de très faible activité (voir chapitre 14), afin d'introduire une nouvelle possibilité de dérogations ciblées permettant, après fusion et décontamination, une valorisation au cas par cas de déchets radioactifs métalliques de très faible activité, le cadre réglementaire associé reste à élaborer au regard du droit français.

L'ASN avait réalisé en novembre 2019 une inspection de revue à la direction des projets de déconstruction et déchets (DP2D) d'EDF, ainsi que sur le site de Fessenheim. Lors de cette inspection, l'ASN avait identifié des insuffisances dans le pilotage du projet de démantèlement de Fessenheim, qui ne permettait alors pas à EDF de disposer d'une vision globale du projet intégrant toutes ses interactions. En réponse, EDF a mis en place un projet dédié à la phase préparatoire au démantèlement, dont l'objectif est de garantir l'atteinte de l'état initial du démantèlement à l'horizon 2025: cette nouvelle organisation intègre dans ce projet l'ensemble des entités contributrices d'EDF, à commencer par le site. Par l'intermédiaire de ce projet, EDF a également renforcé son organisation afin d'établir et de valider les décisions structurantes pour la phase préparatoire au démantèlement puis pour le démantèlement lui-même. L'ASN juge que les évolutions d'organisation proposées par EDF sont globalement satisfaisantes, et s'assurera qu'elles se traduisent de manière opérationnelle dans la conduite des opérations à venir.

Pour plus d'informations sur le démantèlement des réacteurs à eau sous pression (REP), voir chapitre 13.



Centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine

La centrale nucléaire de [Nogent-sur-Seine](#), exploitée par EDF dans le département de l'Aube, sur le territoire de la commune de Nogent-sur-Seine, à 70 km au nord-ouest de Troyes, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service en 1987 et 1988. Le réacteur 1 constitue l'INB 129, le réacteur 2 constitue l'INB 130.

L'ASN considère que les performances du site de Nogent-sur-Seine dans le domaine de la sûreté nucléaire, et dans une moindre mesure dans celui de la radioprotection, sont en retrait par rapport à l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF. En matière de protection de l'environnement, elles se distinguent favorablement et sont jugées satisfaisantes.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, l'ASN considère que la rigueur d'exploitation n'est pas au niveau attendu. Le nombre notable d'erreurs de configuration des circuits et d'écarts vis-à-vis des spécifications techniques d'exploitation des réacteurs doit faire l'objet d'une priorité d'action de l'exploitant. L'ASN constate néanmoins des progrès concernant la rigueur de la surveillance en salle de commande.

S'agissant de la maintenance, dans un contexte où l'activité a été soutenue compte tenu de la visite décennale du réacteur 2, l'ASN considère que la situation est globalement satisfaisante. L'exploitant doit néanmoins maintenir ses efforts concernant

la surveillance des interventions, notamment afin de mieux déceler les non-conformités qui nécessitent de nouvelles interventions sur les installations. Ces non-conformités restent en effet à un niveau important.

Concernant la radioprotection des travailleurs, le bilan à l'issue de la visite décennale du réacteur 2 est décevant. Le manque de maîtrise de la propreté radiologique de certains chantiers a en effet conduit à un nombre important d'expositions internes des intervenants. Des progrès en matière de coordination des interventions sont attendus. Les modifications des parades en cours de chantier doivent par ailleurs être mieux formalisées et suivies.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que les résultats du site pour l'année 2020 sont satisfaisants. Une amélioration de la maîtrise des rejets est en particulier notée par l'ASN, dans un contexte pourtant contraint par les travaux de la visite décennale du réacteur 2.

Au titre de l'inspection du travail, l'ASN a été attentive aux adaptations des consignes de sécurité liées au contexte de pandémie de Covid-19, et au respect de celles-ci. Par ailleurs, les contrôles effectués sur la mise en œuvre des opérations de levage ont souligné des manques de rigueur, y compris concernant la vérification de la conformité des équipements avant utilisation.

Centre de stockage de l'Aube

Autorisé par le décret du 4 septembre 1989 et mis en service en janvier 1992, le centre de stockage de l'Aube (CSA) a pris le relais du centre de stockage de la Manche qui a cessé ses activités en juillet 1994, en bénéficiant de son retour d'expérience. Cette installation, implantée à Soulaines-Dhuys, présente une capacité de stockage d'un million de mètres cube (m³) de déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC). Elle constitue l'[INB 149](#). Les opérations autorisées dans l'installation incluent le conditionnement des déchets, soit par injection de mortier dans des caissons métalliques de 5 ou 10 m³, soit par compactage de fûts de 200 litres.

À la fin de l'année 2020, le volume des déchets stockés était d'environ 350 000 m³, soit 35% de la capacité autorisée. Selon les estimations réalisées par l'Andra en 2016 dans le rapport de conclusion du réexamen périodique du CSA, la saturation

de sa capacité pourrait intervenir à l'horizon 2062 au lieu de 2042 initialement prévu, en raison d'une meilleure connaissance des déchets futurs et de leurs chroniques de livraison.

L'année 2020 a été marquée par un arrêt prolongé des installations du centre, en raison du contexte sanitaire national. La construction de nouveaux ouvrages destinés au stockage futur de déchets s'est par ailleurs poursuivie.

L'ASN considère que le CSA est exploité dans des conditions satisfaisantes dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de la protection de l'environnement.

L'instruction du dossier de réexamen périodique du CSA, destinée notamment à évaluer la sûreté de l'installation en fonction de l'évolution prévue de ses activités sur les dix prochaines années, s'est poursuivie en 2020, en vue d'une prise de position de l'ASN sur les conditions d'exploitation du centre.

Projet de centre de stockage en couche géologique profonde

L'ASN considère que les expérimentations et travaux scientifiques menés par l'Andra dans le laboratoire souterrain de

Bure se sont poursuivis en 2020 avec un bon niveau de qualité, comparable à celui des années précédentes.



Région Hauts-de-France

La division de Lille contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région [Hauts-de-France](#).

En 2020, l'ASN a réalisé 114 inspections dans la région Hauts-de-France, dont 35 inspections à la centrale nucléaire de Gravelines, 75 inspections dans le nucléaire de proximité et 4 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives.

L'ASN a par ailleurs réalisé 21,5 journées d'inspection du travail dans la centrale nucléaire de Gravelines.

Au cours de l'année 2020, 10 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés par la centrale nucléaire de Gravelines dont un en matière de radioprotection.

Dans le nucléaire de proximité, 4 événements ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES. En radiothérapie, un événement a été classé au niveau 3 de l'échelle ASN-SFRO.

Centrale nucléaire de Gravelines

La centrale nucléaire de [Gravelines](#), exploitée par EDF, est située dans le département du Nord, en bordure de la mer du Nord, entre Calais et Dunkerque. Cette centrale nucléaire est constituée de six réacteurs à eau sous pression (900 MWe) d'une puissance totale de 5 400 MWe. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 96, les réacteurs 3 et 4 l'INB 97, les réacteurs 5 et 6 l'INB 122.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Gravelines sont en retrait en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

Les performances en matière de sûreté nucléaire ne se sont pas améliorées en 2020, notamment en matière de rigueur d'intervention. L'exploitant a engagé un plan d'actions visant à mettre fin à une situation d'accoutumance aux écarts et à des pratiques ou comportements inadaptes.

L'ASN a mis en demeure l'exploitant de la centrale nucléaire de Gravelines de se conformer, avant le 31 octobre 2020, aux dispositions réglementaires en matière de protection contre le risque d'explosion d'origine externe, imposées par les décrets d'autorisation de création des réacteurs 1, 2, 3, 4 et 6 de la centrale nucléaire de Gravelines et par sa décision du 20 août 2015 relative à la maîtrise des risques liés au terminal

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ une installation nucléaire de base :

- la centrale nucléaire de Gravelines (6 réacteurs de 900 MWe) exploitée par EDF ;



p. 206

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 19 services de radiothérapie externe,
- 3 services de curiethérapie,
- 29 services de médecine nucléaire,
- 92 services mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 127 scanners,
- environ 4 600 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



p. 238

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- 1 accélérateur destiné à contrôler des trains de fret,
- 600 établissements industriels et de recherche, dont 29 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle, 3 accélérateurs de particules dont 2 cyclotrons, 38 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région et 19 entreprises utilisant des gammadensimètres,
- 340 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic ;



p. 268

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 3 agences d'organismes pour le contrôle de la radioprotection.

méthanier de Dunkerque. L'échéance de la mise en demeure a été respectée.

Sur le plan de la maintenance, l'année 2020 a été marquée par des prolongations importantes des durées d'arrêt pour maintenance et renouvellement en combustible des réacteurs.



L'exploitant a engagé un programme important de remise en état des tuyauteries véhiculant de l'eau de mer. Il doit néanmoins poursuivre ses efforts sur certains équipements de protection contre les agressions externes présentant des phénomènes de corrosion susceptibles de remettre en cause leur capacité à assurer leurs fonctions.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Gravelines doit mieux maîtriser la maintenance des équipements utilisant du gaz isolant à effet de serre (SF₆) et des installations de traitement des effluents radioactifs produits par l'exploitation des réacteurs.

Sur le plan de la radioprotection, l'ASN continue de noter des faiblesses dans la maîtrise des accès à certaines zones présentant des risques d'exposition radiologique. Des progrès sont également attendus au niveau du suivi des chantiers à risque de contamination interne qui ont encore été à l'origine d'événements significatifs de radioprotection en 2020.

Au titre de l'inspection du travail, 38 interventions ont été réalisées au cours de l'année 2020 dans la centrale nucléaire de Gravelines. Les inspections se sont réparties entre des visites menées sur les chantiers de maintenance, réalisées notamment au cours des arrêts de réacteurs, et des inspections thématiques (exposition aux risques chimiques, levage, risques électriques). Des rencontres ont été organisées avec la direction, des membres du comité social et économique et des représentants du personnel. L'ASN a en effet été attentive aux adaptations des consignes de sécurité liées au contexte de pandémie de Covid-19, et au respect de celles-ci.

Le taux de fréquence élargi des accidents avec et sans arrêt de travail est le plus élevé de l'ensemble des centrales nucléaires, toutefois, aucun accident grave n'a été à déplorer en 2020.



Région Île-de-France

La division de Paris contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 8 départements de la région [Île-de-France](#). La division d'Orléans contrôle la sûreté nucléaire dans les installations nucléaires de base dans cette région.

En 2020, l'ASN a réalisé 198 inspections dans la région Île-de-France, dont 56 inspections dans le domaine de la sûreté nucléaire, 105 inspections dans le domaine du nucléaire de proximité, 12 inspections sur le thème du transport de substances radioactives et 25 inspections concernant des organismes ou laboratoires agréés.

En Île-de-France, 2 événements significatifs dans le domaine du transport ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES.

Dans le domaine du nucléaire de proximité, 2 événements ont été classés au niveau 2 sur l'échelle ASN-SFRO et 12 l'ont été au niveau 1 de l'échelle INES.

SITE CEA DE SACLAY

Le centre d'études de [Saclay](#), d'une superficie de 223 hectares, est situé à environ 20 km au sud-ouest de Paris, dans le département de l'Essonne. Environ 6 000 personnes y travaillent. Ce centre est principalement dédié, depuis 2005, aux sciences de la matière, à la recherche fondamentale et à la recherche appliquée. Les applications concernent la physique, la métallurgie, l'électronique, la biologie, la climatologie, la simulation, la chimie et l'environnement. La recherche appliquée nucléaire a pour objectif principal l'optimisation du fonctionnement des centrales nucléaires françaises et leur sûreté. Huit INB sont implantées dans ce centre. À proximité sont également implantées une antenne de l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN), institut de formation, et deux entreprises à vocation industrielle: Technicatome, qui conçoit des réacteurs nucléaires de propulsion navale, et CIS bio international, usine de production de médicaments radiopharmaceutiques pour la médecine nucléaire.

LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET DE RECHERCHE

Réacteurs Osiris et Isis – Centre du CEA

Le réacteur Osiris, de type piscine et d'une puissance autorisée de 70 mégawatts thermiques (MWth), était principalement destiné à la réalisation d'irradiations technologiques de matériaux de structure et de combustibles pour différentes filières de réacteurs de puissance. Une autre de ses fonctions consistait à produire des radioéléments à usage médical.

Sa maquette critique, le réacteur Isis, d'une puissance de 700 kilowatts thermiques (kWth), servait essentiellement à

des activités de formation. Ces deux réacteurs autorisés par le [décret du 8 juin 1965](#) composent l'INB 40.

Compte tenu de la conception ancienne de cette installation au regard des meilleures techniques disponibles pour la protection contre les agressions externes et le confinement des matières en cas d'accident, le réacteur Osiris a été arrêté fin 2015. Le réacteur Isis a été définitivement mis à l'arrêt en mars 2019. Le dossier de démantèlement de l'ensemble de l'installation, déposé fin octobre 2018, a fait l'objet de compléments à la suite à l'analyse de recevabilité de l'ASN. Ces compléments détaillent davantage les opérations prévues à chaque étape du démantèlement et justifient plus précisément l'état initial envisagé au début du démantèlement et les résultats de l'étude d'impact.

Depuis l'arrêt du réacteur Osiris et du réacteur Isis et dans l'attente du démantèlement de l'installation, les opérations d'évacuation de matières radioactives et dangereuses et les opérations de préparation du démantèlement sont en cours, avec une organisation adaptée à ce nouvel état de l'installation. Les évacuations des combustibles usés doivent se poursuivre jusqu'au 1^{er} semestre 2021.

Cependant, les activités de l'année 2020 ont été ralenties par la gestion de la pandémie de Covid-19, qui a conduit à la mise en attente des travaux et modifications.

Les inspections menées par l'ASN en 2020 ont montré que la conduite des opérations d'évacuation des combustibles est satisfaisante. La gestion des déchets doit être rendue plus robuste afin, en particulier, d'éviter l'accumulation de déchets dans l'installation. La conduite des opérations préparatoires au démantèlement reste satisfaisante sur les aspects techniques, mais des retards sont, comme les années précédentes,



constatés. La mise à jour des référentiels doit être mieux gérée en matière d'échéances.

Enfin, les événements significatifs révèlent pour partie des faiblesses organisationnelles et humaines dans la réalisation des contrôles périodiques et le respect de leurs échéances, ainsi que dans la surveillance des intervenants extérieurs qui réalisent ces contrôles. L'ASN considère que l'exploitant doit être vigilant sur le maintien de la rigueur d'exploitation, de la culture de sûreté et la gestion des contrôles et essais périodiques, déjà prise en défaut en 2019.

Réacteur Orphée – Centre du CEA

Le réacteur Orphée (INB 101), réacteur source de neutrons, était un réacteur de recherche de type piscine, d'une puissance autorisée de 14 MWth. Le cœur, très compact, est localisé dans une cuve d'eau lourde qui sert de modérateur. La création du réacteur a été autorisée par le [décret du 8 mars 1978](#) et sa première divergence a eu lieu en 1980. Il est équipé de neuf canaux horizontaux, tangentiels au cœur, permettant l'usage de 19 faisceaux de neutrons. Ces faisceaux servaient à réaliser des expériences dans des domaines tels que la physique, la biologie ou la physico-chimie. Le réacteur dispose également de dix canaux verticaux permettant l'introduction d'échantillons à irradier pour la fabrication de radionucléides ou la production de matériaux spéciaux. L'installation de neutronographie était, quant à elle, destinée à la réalisation de contrôles non destructifs de certains composants.

Le réacteur Orphée, à la suite de son arrêt définitif fin 2019, est en phase d'opérations préparatoires à son démantèlement. L'exploitant a déposé en mars 2020 le dossier de démantèlement. L'instruction en cours de ce dossier porte également sur le 3^e réexamen périodique de l'installation, dont le rapport a été remis en mars 2019. Les derniers combustibles irradiés du réacteur Orphée ont été évacués en 2020, ce qui a conduit à une forte réduction des risques de l'installation.

L'ASN considère, sur la base des inspections et du suivi de l'installation réalisés en 2020, que le niveau de sûreté du réacteur Orphée est satisfaisant dans l'ensemble. En particulier, les dispositions prises par l'exploitant pendant la crise sanitaire ont permis de maintenir un bon niveau d'exigences.

Les événements significatifs montrent toutefois qu'une vigilance doit être portée à la maintenance des matériels, à leur surveillance et à leur qualification. En particulier, la gestion des équipements sous pression nucléaires doit être plus robuste, dans la mesure où il en reste encore un certain nombre qui contiennent de l'eau lourde.

À la suite de l'arrêt du réacteur, la phase de préparation des opérations de démantèlement fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN, notamment l'adaptation de l'organisation et des compétences de ses personnels pour gérer des activités nouvelles, en maintenant le niveau de sûreté de l'installation et en maîtrisant les plannings.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base contrôlées par la division d'Orléans :

- le site CEA de Saclay du centre CEA Paris-Saclay,
- l'usine de production de radioéléments artificiels (UPRA) exploitée par CIS bio international à Saclay,
- le site CEA de Fontenay-aux-Roses du centre CEA Paris-Saclay ;



p. 206

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical contrôlées par la division de Paris :

- 26 services de radiothérapie externe,
- 12 services de curiethérapie,
- 39 services de médecine nucléaire *in vivo* et 16 services de médecine nucléaire *in vitro* (biologie médicale),
- 148 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- plus de 200 établissements détenant au moins un scanner,
- environ 850 cabinets de radiologie médicale,
- environ 8 000 appareils de radiologie dentaire ;



p. 238

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche contrôlées par la division de Paris :

- environ 650 utilisateurs d'appareils de radiologie vétérinaire,
- 7 sociétés de radiologie industrielle utilisant des appareils de gammagraphie,
- environ 130 autorisations relatives à des activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées ;



p. 268

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 9 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

Laboratoire d'essais sur combustibles irradiés – Centre du CEA

Le Laboratoire d'essai sur combustibles irradiés (LECI) a été construit et mis en service en novembre 1959. Il a été déclaré en tant qu'INB le 8 janvier 1968 par le CEA. Une [extension a été autorisée en 2000](#). Le LECI (INB 50) constitue un outil d'expertise pour les exploitants nucléaires. Il a pour mission d'étudier les propriétés des matériaux utilisés dans le secteur nucléaire, irradiés ou non.

Du point de vue de la sûreté, cette installation doit répondre aux mêmes exigences que celles des installations nucléaires du « cycle du combustible », mais l'approche de sûreté est proportionnée aux risques et inconvénients qu'elle présente.

À la suite du dernier réexamen périodique, l'ASN a encadré, dans la [décision du 30 novembre 2016](#) (modifiée le 26 juin 2017),

la poursuite de fonctionnement de l'installation par des prescriptions techniques, qui portent notamment sur le plan d'améliorations que le CEA s'était engagé à réaliser. Certains engagements pris par le CEA n'ont pas été réalisés dans les délais. En particulier, l'évacuation des substances radioactives dont l'utilisation ne peut pas être justifiée et la mise en place des éventuelles dispositions permettant d'assurer l'atteinte et le maintien d'un état sûr de l'INB en cas d'incendie dans les zones attenantes aux zones nucléaires ont été retardées. L'ASN reste donc dans l'attente de la transmission d'un plan d'action fiable et approprié de la part du CEA.

Les travaux de renforcement pour assurer la tenue au séisme du bâtiment 625 ont été autorisés en février 2019. L'ASN sera particulièrement attentive au respect des échéances associées à ces travaux (fin du 1^{er} semestre 2021).

Les inspections menées par l'ASN en 2020 ont montré une gestion opérationnelle satisfaisante du risque d'incendie. Des améliorations sont par contre attendues concernant la gestion du risque de criticité, avec notamment la mise à jour de documents opératoires et une meilleure maîtrise des quantités de substances radioactives présentes dans les différentes zones de l'installation.

Irradiateur Poséidon – Centre du CEA

L'installation Poséidon (**INB 77**), autorisée en 1972, est un irradiateur composé d'une piscine d'entreposage de sources de cobalt-60, surmontée partiellement d'une casemate d'irradiation. L'INB comporte par ailleurs un autre irradiateur en casemate, Pagure, ainsi que l'accélérateur Vulcain.

Cette installation permet des études et des prestations de qualification pour les équipements installés dans les réacteurs nucléaires, notamment grâce à une enceinte immergeable, ainsi que la radiostérilisation de produits à usage médical. Le principal risque de l'installation est l'exposition du personnel aux rayonnements ionisants, du fait de la présence de sources scellées de très haute activité.

L'instruction du rapport de réexamen de l'installation s'est achevée par la publication de la [décision n° CODEP-CLG-2019-048416 du président de l'ASN du 22 novembre 2019](#). Les thèmes majeurs abordés sont notamment la tenue du bâtiment aux aléas sismiques et climatiques (neige et vent notamment), ainsi que le suivi du vieillissement de la piscine de Poséidon.

À la suite des contrôles réalisés en 2020, l'ASN considère que l'installation est exploitée de façon satisfaisante. À titre d'exemple, les opérations de modification de l'ascenseur porte-sources de Poséidon, à la suite d'une panne survenue début 2020, ont été correctement réalisées, avec une bonne traçabilité des modifications effectuées.

En revanche, l'ASN constate des insuffisances dans le suivi des dispositifs de protection contre la foudre, ainsi que des opérations de maintenance sur le système d'extinction automatique d'incendie de Poséidon. Le respect des échéances des visites réglementaires périodiques doit également être amélioré.

LES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES DÉCHETS SOLIDES ET DES EFFLUENTS LIQUIDES

Le CEA exploite des installations de nature diverse : des laboratoires liés aux recherches sur le « cycle du combustible » et également des réacteurs de recherche. Par ailleurs, le CEA procède à de nombreuses opérations de démantèlement. Ainsi, les types de déchets produits par le CEA sont variés. Pour les gérer, le CEA dispose d'installations spécifiques de traitement, de conditionnement et d'entreposage.

Zone de gestion de déchets solides radioactifs – Centre du CEA

La Zone de gestion de déchets solides radioactifs (INB 72) a été autorisée par le [décret du 14 juin 1971](#). Cette installation, exploitée par le CEA, assure le traitement, le conditionnement et l'entreposage des déchets de haute, moyenne et faible activité des installations du centre de Saclay. Elle assure également l'entreposage de matières et de déchets anciens (combustibles usés, sources scellées, liquides scintillants, résines échangeuses d'ions, déchets technologiques, etc.) en attente d'évacuation.

Compte tenu du terme source mobilisable (TSM)⁽¹⁾ actuellement présent dans l'installation, l'INB 72 fait partie des priorités de la stratégie de démantèlement du CEA qui a été examinée par l'ASN, qui s'est prononcée en mai 2019 notamment sur ces priorités (voir chapitre 13).

Les engagements pris dans le cadre du précédent réexamen de 2009 visaient à garantir un niveau de sûreté acceptable de l'installation pour les dix années à venir. Ils concernaient en particulier l'évacuation de la plus grande partie du terme source mobilisable de l'installation et l'arrêt de la réception de nouveaux déchets du centre de Saclay, afin de concentrer les moyens de l'installation sur la reprise et le conditionnement des déchets anciens et le démantèlement. Ces engagements n'ont pas été tenus.

En 2017, compte tenu de retards dans les opérations de désentreposage, le CEA a demandé un report de plusieurs années des échéances, prescrites dans la [décision n° 2010-DC-0194 de l'ASN du 22 juillet 2010](#), pour le désentreposage des combustibles irradiés et l'évacuation des déchets entreposés dans la zone dite « des 40 puits ». En 2020, le CEA a demandé un nouveau report de plusieurs années pour l'évacuation des déchets entreposés dans cette zone des 40 puits.

Afin de pouvoir continuer d'utiliser l'INB pour la gestion des déchets radioactifs des INB de Saclay, le CEA a demandé en 2017 une modification de la date d'arrêt définitif de l'installation, reportée à la première des deux échéances suivantes : la date de prise d'effet du décret de démantèlement ou la date du 31 décembre 2022. Il demande également certains aménagements pour la prise en charge de certains déchets jusqu'en 2025.

1. Le terme source mobilisable correspond à la quantité d'activité radioactive susceptible d'être impliquée dans un incident ou un accident.



Dans le cadre du réexamen, dont le rapport a été transmis fin 2017, et du dossier de démantèlement, l'ASN a examiné les conditions de la poursuite du fonctionnement de l'INB 72 dans l'optique de son démantèlement. Ces deux dossiers ont été instruits conjointement par l'ASN, qui a sollicité l'avis de l'IRSN. L'ASN exercera notamment une vigilance particulière sur la mise en œuvre rigoureuse du plan d'action proposé par le CEA, ainsi que sur le respect des engagements pris lors de l'instruction.

L'ASN estime que la sûreté de l'installation est acceptable, tout en constatant de nombreux retards dans la réalisation des opérations de désentreposage de combustibles ou de déchets. L'ASN note toutefois positivement l'évacuation de trois générateurs isotopiques de l'installation en 2020, ce qui contribue à la réduction progressive de son TSM.

En 2020, l'ASN a inspecté l'organisation et la méthodologie mises en place par le CEA pour la réalisation de l'examen de conformité de l'installation par rapport à son référentiel applicable, ainsi que pour l'élaboration et le suivi du plan d'action issu du rapport de réexamen périodique. L'ASN attend une amélioration du pilotage et du suivi du plan d'action, afin que le niveau de maîtrise des risques que le CEA s'est engagé à atteindre soit respecté dans les meilleurs délais. Le CEA doit par ailleurs, lorsque cela est nécessaire, mettre en place des mesures compensatoires dans l'attente de la remise à niveau de l'INB à la suite de son réexamen périodique. L'ASN rappelle que les projets contribuant à la diminution du TSM au sein des installations constituent des priorités pour la sûreté.

Par ailleurs, l'ASN a constaté en inspections un bon état général de l'installation. Toutefois, l'ASN constate une maîtrise insuffisante de la planification des visites réglementaires périodiques concernant les ponts de manutention.

Zone de gestion des effluents liquides

– Centre du CEA

La [zone de gestion des effluents liquides](#) constitue l'**INB 35**. Déclarée par le CEA par courrier du 27 mai 1964, elle est dédiée au traitement des effluents liquides radioactifs. Par [décret du 8 janvier 2004](#), le CEA a été autorisé à créer dans l'INB une extension, dénommée **Stella**, ayant pour fonction le traitement et le conditionnement des effluents aqueux de faible activité du centre de Saclay. Ces effluents sont concentrés par évaporation puis bloqués dans une matrice de ciment afin de confectionner des colis acceptables par les centres de stockage de surface de l'Andra.

Le procédé de concentration a été mis en service en 2010, mais la fissuration des premiers colis produits a conduit l'ASN à limiter les opérations de conditionnement. Le CEA n'a procédé qu'au conditionnement de certains effluents, issus d'une cuve de l'installation qui contient 40 mètres cubes (m³) de concentrats. Le CEA a progressé, depuis, dans la définition de sa solution de conditionnement de l'ensemble des effluents de l'installation. Ainsi, en juin 2018, l'Andra a autorisé le conditionnement de ces concentrats selon l'agrément 12H. Le CEA

a obtenu l'autorisation de mise en service de ce procédé par l'ASN en janvier 2020. Les premiers essais de cimentation des colis 12H, réalisés avec des effluents inactifs, n'ont cependant pas donné satisfaction et se sont poursuivis jusqu'à la fin de l'année 2020.

Des investigations complémentaires concernant la stabilité de la structure du local d'entreposage des effluents liquides de faible activité (local 97) ont conduit le CEA à suspendre, depuis 2016, la réception d'effluents provenant d'autres INB. La majorité des effluents radioactifs de faible et moyenne activité (FA et MA) produits par les producteurs du site de Saclay sont désormais orientés vers la STEL de Marcoule (INBS). Conformément à son engagement, le CEA a remis en novembre 2018 à l'ASN un dossier présentant la stratégie de gestion des effluents radioactifs liquides du CEA d'Île-de-France et la stratégie d'ensemble relative à l'INB 35. Dans ce dossier, le CEA a défini des échéances pour la cimentation des concentrats historiques entreposés sur le site, qui est une priorité pour l'installation.

Par ailleurs, la situation de la fosse 99, contenant d'anciennes cuves d'effluents organiques, avec la présence de boues contaminées en fond de cuves et en fond de fosse, demeure un enjeu de premier plan en matière d'assainissement. Les études ont été réalisées pour l'assainissement et le démontage des cuves. Une demande d'autorisation pour la réalisation de ces opérations est en cours d'instruction par l'ASN.

Le décret du 8 janvier 2004 autorisant la création de Stella disposait également que le CEA évacue sous 10 ans les effluents anciens entreposés dans les huit cuves dites « MA500 » et la cuve HA4 de l'INB 35. Du fait des difficultés techniques rencontrées pour leur reprise et leur conditionnement, les opérations ont duré plus longtemps que prévu. Les opérations de vidange de la dernière cuve MA500 n'ont pas pu être menées à leur terme, bien que l'exploitant dispose d'une bonne connaissance technique des enjeux physico-chimiques liés à la vidange de cette cuve. L'ASN reste donc dans l'attente de la transmission d'un plan d'action de la part du CEA pour finaliser cette vidange.

En 2020, les inspections ont permis de mettre en évidence une bonne gestion du référentiel de l'installation. En revanche, l'ASN constate des lacunes dans le suivi et le maintien en état des installations électriques de l'INB. Des améliorations sont également attendues concernant l'enregistrement des analyses et essais de requalification à la suite de modifications matérielles et le respect des fréquences prévues pour les contrôles et essais périodiques, comme en témoignent plusieurs événements significatifs déclarés sur ce sujet. Enfin, l'ASN considère que les réponses apportées aux lettres de suite et les informations présentées dans les comptes-rendus d'événements significatifs ne sont pas assez approfondies et doivent être améliorées.

Maîtrise de l'urbanisation autour du site de Saclay

Compte tenu des évolutions des INB du CEA et de CIS bio international, l'ASN avait demandé au CEA et à CIS bio international d'actualiser leurs études de sûreté afin de mettre à jour les zones de danger définies autour des INB.

Ces actualisations, réalisées en tenant compte de l'arrêt du réacteur Orphée et de l'évacuation de l'iode-131 de l'installation de CIS bio international, montrent une réduction effective des risques induits par les INB du site. L'instruction réalisée par l'ASN confirme ces résultats, ce qui a permis de réviser les dispositions prévues pour la maîtrise de l'urbanisation.

Ainsi, dans une démarche de développement prudent de l'urbanisation autour d'un site nucléaire sur lequel des activités de démantèlement présentent des enjeux de sûreté et vont durer plusieurs années, le Préfet de l'Essonne a mis à jour le porter-à-connaissance applicable (PAC), en maintenant une zone de maîtrise de l'urbanisation sur un périmètre de 250 mètres à partir des clôtures du site de Saclay.

Le [projet de gare CEA – Saint-Aubin](#), sur le tracé de la future ligne 18, qui se situe au niveau du rond-point du Christ de Saclay, est désormais compatible avec les nouvelles restrictions d'urbanisme proposées.

LES INSTALLATIONS EN DÉMANTÈLEMENT DU CENTRE CEA DE SACLAY

Les opérations de démantèlement conduites sur le site de Saclay concernent deux INB (INB 18 et 49) définitivement arrêtées et trois INB (INB 35, 40 et 72) en fonctionnement, comportant des parties ayant cessé leur activité et dans lesquelles des opérations préparatoires au démantèlement sont réalisées. Elles concernent également deux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) – EL2 et EL3 – qui étaient précédemment des INB mais qui ne sont pas complètement démantelées, en l'absence d'une filière pour les déchets de faible activité à vie longue. Leur déclassement d'INB en ICPE dans les années 1980, conforme à la réglementation de l'époque, ne pourrait pas être pratiqué aujourd'hui.

De façon générale, la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA a été examinée par l'ASN qui s'est prononcée en mai 2019 sur les priorités définies par le CEA (voir chapitre 13).

Réacteur Ulysse – Centre du CEA

Ulysse est le premier réacteur universitaire français. L'installation, qui constitue l'[INB 18](#), est arrêtée définitivement depuis février 2007 et ne contient plus de combustible depuis 2008. Le [décret de démantèlement](#) de l'INB a été publié le 21 août 2014 et prévoit une durée de démantèlement de 5 ans. Les enjeux en matière de sûreté de cette installation sont limités.

Le 8 août 2019, le CEA a annoncé la fin des opérations de démantèlement prévues dans le décret de démantèlement, avec la réalisation de l'assainissement final. L'installation ne comporte donc plus de zone réglementée au titre de la radioprotection, ni de zone à production possible de déchets nucléaires.

Fin 2019, une centaine de blocs de béton issus de la phase de découpe de la partie « conventionnelle » du bloc réacteur étaient encore présents dans l'installation. Des prélèvements par sondage ont été réalisés par un laboratoire indépendant en décembre 2019 sur ces blocs, afin de s'assurer du respect des objectifs d'assainissement prévus. Les résultats des analyses ont confirmé le caractère conventionnel des blocs bétons, dont l'évacuation s'est terminée en novembre 2020.

Après analyse du rapport de réexamen de l'installation, l'ASN a communiqué ses conclusions au ministre chargé de la sûreté nucléaire le 22 avril 2020. À l'issue de ce réexamen, l'ASN n'a pas prévu d'édicter de prescription particulière, au regard des enjeux résiduels de l'installation.

Laboratoire de haute activité – Centre du CEA

Le Laboratoire de haute activité (LHA) comporte plusieurs laboratoires qui étaient destinés à la réalisation de travaux de recherche ou de production de différents radionucléides. Il constitue l'[INB 49](#). À l'issue des travaux de démantèlement et d'assainissement, autorisés par [décret du 18 septembre 2008](#), seuls deux laboratoires, en exploitation aujourd'hui, devraient subsister à terme sous le régime ICPE. Ces deux laboratoires sont le laboratoire de caractérisation chimique et radiologique d'effluents et de déchets et l'installation de conditionnement et d'entreposage pour la reprise des sources sans emploi.

Malgré l'avancement des opérations d'assainissement et de démantèlement, les retards accumulés n'ont pas permis au CEA de respecter l'échéance du 21 septembre 2018 fixée par le décret autorisant le démantèlement du LHA. La découverte, en 2017, de pollution dans certaines « cours intercellules » l'a également conduit à faire évoluer les opérations à réaliser. Des investigations sur l'état radiologique des sols ont été menées au cours de l'année 2019, avec des résultats attendus au cours de l'année 2021. Un dossier de modification du décret de démantèlement doit être déposé par l'exploitant. Il devra notamment intégrer la justification du délai nécessaire pour achever les opérations de démantèlement autorisées par le décret du 18 septembre 2008. Sa transmission est prévue avant la fin de l'année 2021. L'ASN sera attentive à l'avancement des études prévues en amont de ce dépôt.

L'année 2020 a été marquée par un changement d'opérateur industriel sur le périmètre en démantèlement. L'ASN considère que le niveau de sûreté de l'INB 49 en démantèlement est globalement satisfaisant. Les inspections ont permis de mettre en évidence une bonne organisation entre le CEA et ses prestataires entrants et sortants, afin d'assurer la meilleure passation entre eux dans des délais de recouvrement contraints. L'ASN souligne également la qualité de l'organisation en place entre le CEA et son opérateur industriel pour le suivi des activités de contrôles et essais périodiques.



INCIDENCE COVID

Dès le début du premier confinement lié à la pandémie de Covid-19, le CEA a arrêté les activités des INB du centre Paris-Saclay. La grande majorité des chantiers a été repliée en sécurité. Seules les activités essentielles, notamment de surveillance (dont la surveillance de l'environnement) et de contrôle de sûreté, ont été maintenues. Cependant, certains contrôles et essais périodiques, certaines vérifications réglementaires ou des opérations de maintenance n'ont pas été réalisés aux échéances fixées. Il s'agit d'opérations pour lesquelles le CEA avait analysé l'impact sur la sûreté d'une non-réalisation et, le cas échéant, défini des mesures compensatoires.

À l'issue de la période de confinement, la reprise des activités des INB s'est faite progressivement, sur la base d'une analyse de sûreté, définissant

les contrôles et les actions à réaliser, en vue de l'obtention d'une autorisation de reprise d'activité délivrée par le directeur du centre.

Le CEA a par la suite adapté ses dispositions organisationnelles. Ainsi, lors du second confinement de novembre 2020, le CEA n'a pas arrêté ses INB et a maintenu les contrôles et essais périodiques, les visites réglementaires et les opérations de maintenance.

Le retour d'expérience global de cette période reste à réaliser. Néanmoins, les contrôles réalisés par l'ASN ont montré que les dispositions liées à la reprise des activités ont été gérées de façon satisfaisante et que les dispositions prises par l'exploitant pendant la crise ont permis de maintenir un bon niveau d'exigences.

En revanche, les activités de surveillance des prestataires, en partie reportées du fait de la crise sanitaire, ont tardé à reprendre. Des travaux de mise en conformité des installations électriques et des dispositifs de protection contre la foudre sont par ailleurs à réaliser. Enfin, l'ASN constate des

retards dans la mise à jour de la démonstration de maîtrise des risques liés à l'incendie, initialement annoncées pour la fin d'année 2019. L'ASN restera vigilante au respect du nouveau délai annoncé par le CEA, le premier trimestre 2021.

Usine de production de radioéléments artificiels de CIS bio international

L'UPRA constitue l'**INB 29**. Elle a été mise en service en 1964 par le CEA sur le site de Saclay, qui créa en 1990 la filiale CIS bio international, l'actuel exploitant. Cette filiale fut rachetée, à partir du début des années 2000, par plusieurs sociétés spécialisées dans la médecine nucléaire. En 2017, la maison mère de CIS bio international a fait l'acquisition de Mallinckrodt Nuclear Medecine LCC, pour former aujourd'hui le groupe Curium, qui possède trois sites de production (États-Unis, France, Pays-Bas).

Le groupe Curium est un acteur important du marché français et international pour la fabrication et la mise au point de produits radiopharmaceutiques. Les produits sont majoritairement utilisés pour établir des diagnostics médicaux, mais également à des fins thérapeutiques. L'INB 29 avait également pour mission, jusqu'en 2019, d'assurer la reprise des sources scellées usagées qui étaient utilisées à des fins de radiothérapie et d'irradiation industrielle. L'évacuation de ces sources, entreposées dans l'installation, est bien avancée. Le groupe a par ailleurs décidé d'arrêter fin 2019 ses productions à base d'iode-131 sur le site de Saclay, ce qui a significativement réduit les conséquences des situations accidentelles.

De manière générale, l'ASN considère que la démarche d'amélioration de la sûreté de l'installation, déjà constatée l'année dernière, s'est poursuivie en 2020 malgré un contexte compliqué par la crise sanitaire. Les dispositions prises par CIS bio international pour assurer la continuité de ses activités pendant la crise ont notamment permis de satisfaire aux exigences de sûreté. La stabilité de l'organisation et une meilleure gestion des compétences ont constitué des facteurs favorables à cette démarche.

Plusieurs projets améliorant significativement la sûreté sont en cours d'aboutissement. Toutefois, les actions d'envergure engagées par CIS bio international, dont certaines sont complexes à déployer, doivent être réalisées dans des délais mieux maîtrisés.

Les inspections ont permis de constater que la gestion des déchets s'était améliorée, notamment avec l'évacuation de déchets historiques, même si des écarts aux règles d'entreposage ont encore été relevés. La mise en œuvre d'une action globale pour améliorer la gestion des effluents liquides, qui faisait l'objet d'écarts ces dernières années, constitue une réponse adaptée, dont la qualité de réalisation sera contrôlée par l'ASN. L'organisation est également efficace pour gérer les flux de transports, importants et divers quant aux contenus des colis, mais des défauts d'assurance qualité et de gestion documentaire doivent être résorbés.

Le nombre d'événements significatifs est en diminution sensible. Le respect des règles de conduite, notamment hors heures ouvrées, du domaine de fonctionnement et la prise en compte du retour d'expérience doivent encore être améliorés. L'ASN attend également des progrès concernant l'identification des événements significatifs. Le respect des échéances associées aux engagements pris par le site doit, par ailleurs, être davantage amélioré.

En conclusion, l'ASN attend que CIS bio international maintienne l'effort de redressement constaté. La transversalité du fonctionnement de l'organisation, le respect du référentiel de l'installation et la maîtrise des plannings sont des axes

d'amélioration sur lesquels CIS bio international doit faire particulièrement porter ses efforts, tout en maintenant une vigilance quant à la rigueur d'exploitation et à l'amélioration de la culture de sûreté.

Appréciation du site CEA de Saclay

L'ASN considère que les INB du centre de Saclay sont exploitées dans des conditions de sûreté satisfaisantes dans l'ensemble et constate que certaines opérations contribuant à la diminution du terme source entreposé dans les INB concernées ont été menées en 2020. Ainsi, il n'y a plus de combustibles irradiés dans le réacteur Orphée et les évacuations des combustibles irradiés provenant des réacteurs du centre devraient s'achever au 1^{er} semestre 2021. De plus, plusieurs générateurs isotopiques présents dans l'INB 72 ont été évacués.

Toutefois, les activités ont été ralenties par la gestion de la pandémie de Covid-19, qui a nécessité la mise en attente de certains travaux et modifications. En effet, durant le premier confinement, le CEA a arrêté les activités des INB en maintenant les surveillances et contrôles essentiels (voir encadré page précédente).

Au vu des retards structurels des opérations de démantèlement, l'ASN attend que le CEA poursuive ses efforts pour rendre plus robuste ses plannings de mise en œuvre des opérations. L'ASN maintiendra une vigilance particulière sur le contrôle de l'avancement des projets de démantèlement et de reprise et conditionnement de déchets, dans l'objectif de s'assurer de la maîtrise des calendriers.

Les opérations de démantèlement, de reprise et de conditionnement des déchets ont continué à prendre du retard en 2020. L'ASN considère que l'avancement des projets de démantèlement fait partie des enjeux majeurs pour la sûreté des installations arrêtées et que la gestion des déchets issus des opérations de démantèlement constitue un point crucial pour le bon déroulement des programmes de démantèlement. La plupart des INB du centre CEA de Saclay sont concernées, directement ou indirectement, par des opérations de démantèlement ou de préparation au démantèlement.

Par ailleurs, à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN avait lancé une démarche d'évaluation complémentaire de sûreté des installations nucléaires. En particulier, les moyens de gestion de crise des centres avaient été examinés pour le centre de Saclay. L'ASN a prescrit en 2016 la réalisation de nouveaux moyens pour la gestion de crise, notamment la construction ou le renforcement de centres de crise « noyau dur » résistant à des conditions extrêmes. Après mise en demeure de l'ASN en septembre 2019, le CEA a transmis en décembre 2019 son dossier présentant et justifiant le dimensionnement de ses futurs bâtiments de gestion de crise, pour une mise en service envisagée fin 2021. L'exploitant a également formulé à l'ASN, en décembre 2020, une demande d'autorisation pour la mise en service de ces futurs locaux de gestion de crise.

Concernant l'organisation et les moyens de crise, l'ASN a demandé des compléments à la proposition de mise à jour du plan d'urgence interne de 2019, qui doivent être transmis par le CEA en 2021. Les demandes formulées sont en lien avec des évolutions organisationnelles ou structurelles du CEA, et portent également sur des mises à jour de documents opérationnels concernant chacune des INB, afin qu'ils correspondent à l'état réel des installations.

Dans le cadre de ses contrôles, l'ASN a réalisé une inspection à la suite d'une perte d'alimentation « sous air » comprimé du centre, afin de s'assurer de l'absence d'impact sur les INB, et a constaté que l'organisation globale mise en place pour gérer cette situation était satisfaisante. L'ASN a également constaté, dans le cadre d'une inspection spécifique, la bonne disponibilité des moyens de lutte contre l'incendie, avec réalisation d'essais sur le réseau incendie. Toutefois, l'ASN considère que le CEA doit maintenir sa vigilance sur la réalisation des contrôles et essais périodiques de ses équipements.



SITE CEA DE FONTENAY-AUX-ROSES

Premier centre de recherche du CEA, créé en 1946, le [site de Fontenay-aux-Roses](#) poursuit la mutation de ses activités nucléaires vers des activités de recherche dans le domaine des sciences du vivant.

Le centre de Fontenay-aux-Roses est constitué de deux INB, Procédé (INB 165) et Support (INB 166). Dans l'INB 165, se déroulaient des activités de recherche et de développement sur le retraitement des combustibles nucléaires, des éléments transuraniens, des déchets radioactifs et sur l'examen des combustibles irradiés. Ces activités ont cessé dans les années 1980-1990. L'INB 166 est une installation de caractérisation, traitement, reconditionnement et d'entreposage de déchets radioactifs anciens provenant du démantèlement de l'INB 165.

De façon générale, la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA a été examinée par l'ASN, qui s'est prononcée en mai 2019 sur les priorités définies (voir chapitre 13).

Installation Procédé et installation Support – Centre du CEA

Le démantèlement des deux installations Procédé et Support, qui constituent respectivement l'[INB 165](#) et l'[INB 166](#), a été autorisé par [deux décrets du 30 juin 2006](#). La durée initiale prévue pour les opérations de démantèlement était d'une

dizaine d'années. Le CEA a informé l'ASN que, en raison de fortes présomptions de contamination radioactive sous un des bâtiments, de difficultés imprévues et d'un changement de la stratégie globale de démantèlement des centres civils du CEA, la durée des opérations de démantèlement se prolongerait au-delà de 2030 et que le plan de démantèlement serait modifié. Le CEA a déposé, en juin 2015, une demande de modification des échéances prescrites pour ces démantèlements.

L'ASN a jugé que les premières versions de ces dossiers de demande de modification des décrets de démantèlement n'étaient pas recevables. Conformément aux engagements pris en 2017, le CEA a transmis en 2018 la nouvelle version de ces dossiers. Les études complémentaires qui y étaient annoncées ont été transmises au 1^{er} trimestre 2019.

Dans le cadre de l'instruction des rapports de réexamen reçus en 2017 et 2018, l'ASN a identifié que des compléments devaient être apportés par le CEA sur l'état des sols, le plan de démantèlement et le rapport de sûreté, notamment concernant la démonstration de maîtrise des risques d'incendie et des risques liés au séisme. Des premiers éléments de réponse ont été apportés en 2020 et le reste sera transmis en 2021. De plus, l'ASN a constaté en inspection la mise en place d'une organisation spécifique pour les réexamens périodiques depuis septembre 2020. Celle-ci apparaît pertinente, mais devra faire ses preuves.

Appréciation du site CEA de Fontenay-aux-Roses

Pour faire face à la crise sanitaire, le centre CEA Paris-Saclay a rapidement mis en œuvre son plan de continuité d'activité. La grande majorité des chantiers du site de Fontenay-aux-Roses ont été repliés en sécurité et seules les activités essentielles ont été maintenues pendant la période de confinement. L'interruption des activités d'exploitation, la restriction des déplacements et l'indisponibilité de certains prestataires ont conduit à ne pas pouvoir réaliser certains contrôles réglementaires. La reprise des activités d'exploitation a par la suite été autorisée, par le directeur du centre, après réalisation d'une analyse de sûreté et des contrôles appropriés.

Les inspections réalisées en 2020 ont montré que les processus de gestion des modifications notables et de transport de matières radioactives sont maîtrisés par l'exploitant. Les premières actions décidées par le CEA pour remédier aux écarts constatés dans le domaine de la radioprotection lors des contrôles de l'ASN en 2019 sont satisfaisantes et doivent être poursuivies.

En 2020, plusieurs événements significatifs sont liés à la présence de contaminations historiques non connues du CEA, dans certaines tuyauteries et gaines de ventilation des installations. L'ASN suivra les résultats des investigations et les suites qui y seront données.

L'ASN souligne à nouveau le retard pris dans la réalisation des études, la programmation des projets et dans le calendrier de démantèlement des installations nucléaires de Fontenay-aux-Roses. Le CEA a cependant présenté à l'ASN ses prévisions quant à l'articulation des dossiers et travaux projetés sur le site afin de diminuer le terme source au sein des installations. L'ASN attend du CEA qu'il poursuive la mise en place d'actions fortes pour maîtriser et fiabiliser les délais associés à ces projets, en particulier les délais annoncés concernant la remise des études préparatoires aux chantiers de démantèlement, qui seront instruites par l'ASN.



Région Normandie

La division de Caen contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région [Normandie](#).

En 2020, l'ASN a réalisé 188 inspections en Normandie, dont 64 inspections dans les centrales nucléaires de Flamanville, Paluel et Penly, 12 inspections sur le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3, 63 inspections sur des installations du « cycle du combustible », de recherche ou en démantèlement, 42 inspections dans le nucléaire de proximité et 7 dans le domaine du transport de substances radioactives.

En outre, 15 journées d'inspection du travail ont été réalisées dans les centrales nucléaires et sur le chantier de Flamanville 3.

En 2020, 22 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN, dont 19 survenus dans les INB et 3 dans le nucléaire de proximité.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé 3 procès-verbaux.

Centrale nucléaire de Flamanville

La centrale nucléaire de [Flamanville](#), exploitée par EDF dans le département de la Manche, sur le territoire de la commune de Flamanville, à 25 km au sud-ouest de Cherbourg, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service en 1985 et 1986. Le réacteur 1 constitue l'INB 108, le réacteur 2 l'INB 109.

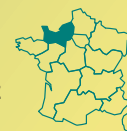
L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Flamanville dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection sont en retrait par rapport à l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF. Les performances relatives à la protection de l'environnement sont quant à elles en amélioration et rejoignent l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF.

L'ASN estime que les performances du site en matière d'exploitation et de conduite des réacteurs doivent encore être améliorées, des écarts répétitifs ayant été observés dans la bonne application des procédures de conduite. Néanmoins, l'ASN note positivement la mise en œuvre d'actions d'amélioration réactives à la suite de ces événements, notamment en ce qui concerne la formation des agents et la préparation des activités réalisées. Une attention particulière devra être portée à la pérennisation de ces actions dans la durée.

Concernant les opérations de maintenance, l'exploitant a mis à profit les arrêts des deux réacteurs pour remettre en conformité différents matériels importants pour la sûreté. L'exploitant a également détecté, puis corrigé, de nombreux écarts dans la bonne application des programmes de maintenance préventive. L'ASN considère que la remise en conformité des installations est satisfaisante mais que l'exploitant doit néanmoins rester vigilant à la maîtrise de la qualité des opérations de maintenance.

En septembre 2019, l'ASN a décidé de placer sous surveillance renforcée la centrale nucléaire de Flamanville à la suite des difficultés rencontrées par EDF lors des deux arrêts pour visite décennale. Au cours de l'année 2020, l'exploitant a continué de mettre en œuvre son plan d'action destiné à améliorer la rigueur d'exploitation. Des progrès ont été constatés concernant l'état des installations et dans la détection des anomalies sur le terrain. Un certain nombre d'écarts en lien avec l'état des matériels ont ainsi pu être corrigés. L'exploitant a par ailleurs réalisé des travaux conséquents de remise en conformité de son installation, notamment concernant les générateurs de secours à moteur diesel. L'ASN constate toutefois des défaillances persistantes dans la maîtrise de certaines activités et sera vigilante à la bonne appropriation des nouvelles pratiques par l'ensemble des intervenants, et particulièrement ceux des entreprises prestataires. En 2021, EDF devra transmettre à l'ASN un plan d'action révisé afin de cibler les axes d'amélioration restant à mettre en œuvre.

Les performances du site en matière de radioprotection des travailleurs sont restées insuffisantes en 2020. L'ASN considère tout d'abord que l'organisation et la gestion des compétences au sein du service de prévention des risques doit être améliorée. De nombreux écarts ont également été relevés concernant le respect des conditions d'intervention et d'accès dans certains locaux. Enfin, des progrès sont attendus à la mise en œuvre du principe d'optimisation dans la préparation des interventions à plus fort enjeu de radioprotection.



La récurrence de certains événements et leur gravité potentielle confirment que ce domaine doit encore faire l'objet d'améliorations substantielles de la part de l'exploitant.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN note que des actions correctives adéquates ont été entreprises par l'exploitant pour donner suite aux différents constats réalisés lors de l'inspection renforcée de 2019. Des améliorations restent attendues concernant la surveillance des prestataires réalisant des activités liées à la surveillance de l'environnement.

En matière d'inspection du travail, l'ASN estime que les fréquentes réunions organisées en 2020 lors de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 ont permis de développer une gestion adaptée des mesures spécifiques de prévention au sein du site. Néanmoins, des améliorations restent attendues en matière d'organisation générale de la prévention, notamment concernant les situations à risque de chute de hauteur, et pour la gestion des plans de prévention.

Centrale nucléaire de Paluel

La centrale nucléaire de [Paluel](#), exploitée par EDF dans le département de la Seine-Maritime, sur le territoire de la commune de Paluel, à 30 km au sud-ouest de Dieppe, est constituée de quatre REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service entre 1984 et 1986. Les réacteurs 1, 2, 3 et 4 constituent respectivement les INB 103, 104, 114 et 115.

La centrale nucléaire dispose d'une des bases régionales de la FARN, force spéciale d'intervention créée en 2011 par EDF, à la suite de l'[accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima](#). Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances du site en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF. L'ASN constate des progrès concernant la protection de l'environnement, pour laquelle les performances du site se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale des centrales nucléaires d'EDF.

Sur le plan de l'exploitation et de la conduite des réacteurs, l'ASN considère que les performances sont satisfaisantes. Cependant, la programmation des essais périodiques doit être réalisée de manière plus rigoureuse, notamment lors des arrêts de réacteur. La préparation des activités et la bonne appropriation des procédures par les intervenants doivent être renforcées. L'ASN note positivement la mise en œuvre d'un plan d'action sur le sujet et sera vigilante à sa mise en œuvre.

Sur le plan de la maintenance, l'ASN estime que les performances de la centrale de Paluel sont contrastées. Des améliorations à consolider ont été notées concernant la surveillance des prestataires et il a également été constaté une bonne maîtrise des activités de requalification des matériels importants pour la sûreté. Néanmoins, l'exploitant devra rester vigilant lors de la préparation des activités de maintenance. Plusieurs événements significatifs pour la sûreté ont eu pour cause une

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- les centrales nucléaires, exploitées par EDF, de Flamanville (2 réacteurs de 1300 MWe), Paluel (4 réacteurs de 1300 MWe) et Penly (2 réacteurs de 1300 MWe),
- le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3,
- l'établissement de retraitement de combustibles nucléaires usés d'Orano de La Hague,
- le centre de stockage de la Manche de l'Andra (CSM),
- le Ganil (grand accélérateur national d'ions lourds) à Caen;

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 8 services de radiothérapie externe (27 appareils),
- 1 service de protonthérapie,
- 3 services de curiethérapie,
- 12 services de médecine nucléaire,
- 50 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles,
- 70 scanners,
- environ 2100 appareils de radiologie médicale et dentaire;



p. 206

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 450 établissements industriels et de recherche, dont 20 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- 5 accélérateurs de particules dont 1 cyclotron,
- 21 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
- 5 entreprises utilisant des gammadensimètres,
- environ 260 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic, 1 centre de recherche équine et 1 centre hospitalier équin;



p. 238

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;



p. 268

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 9 sièges de laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement,
- 1 organisme pour le contrôle de la radioprotection.

préparation insuffisante des opérations réalisées. L'un d'entre eux a notamment conduit au remplacement du tambour filtrant d'un des réacteurs.

Concernant le réacteur 2, l'arrêt pour simple rechargement qui devait se terminer en décembre 2019 s'est achevé au début de l'année 2021. Les contrôles au déchargement ont mis en évidence le fait que trois assemblages de combustible étaient affectés par un défaut d'étanchéité provoqué par des dépôts d'oxyde. Fin 2020, l'ASN a autorisé EDF à mettre en œuvre une

nouvelle recharge d'assemblages de combustible et restera vigilante quant au respect des spécifications chimiques particulières du circuit primaire, visant à éviter le renouvellement de cet écart.

L'ASN considère cette année encore que les performances de la centrale nucléaire concernant la radioprotection des travailleurs doivent être améliorées. L'exploitant devra veiller à la bonne déclinaison du principe d'optimisation, notamment pour les chantiers présentant un enjeu dosimétrique important. Des lacunes concernant la préparation des activités en zone contrôlée et la culture de radioprotection des intervenants sont encore observées.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN observe une situation en progrès, le site ayant notamment amélioré son organisation pour la prévention des écoulements et la

dispersion non prévus dans l'environnement de substances liquides radioactives ou dangereuses, ainsi que le fonctionnement de la station de traitement des eaux usées, à la suite de l'inspection renforcée de 2019. L'ASN relève également une bonne organisation pour la maîtrise des rejets de gaz appauvrissant la couche d'ozone.

En matière d'inspection du travail, l'ASN a participé en 2020 à différents comités sociaux et économiques portant sur l'organisation du site de Paluel dans le contexte de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19. L'ASN estime que les mesures de prévention mises en œuvre dans ce cadre sont adaptées. Les actions de contrôle de l'ASN en matière de sécurité n'ont pas révélé de manquement significatif. L'ASN attend toutefois des améliorations relatives à la gestion des situations à risque de chute de hauteur.

Centrale nucléaire de Penly

La centrale nucléaire de [Penly](#), exploitée par EDF dans le département de la Seine-Maritime, sur le territoire de la commune de Penly, à 15 km au nord-est de Dieppe, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service entre 1990 et 1992. Le réacteur 1 constitue l'INB 136, le réacteur 2 l'INB 140.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Penly en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances du site sont globalement satisfaisantes. Toutefois, comme en 2019, l'ASN estime que l'organisation de la centrale nucléaire pour détecter et traiter les écarts, conformément à la réglementation applicable, n'est pas suffisamment robuste et doit encore progresser.

Concernant la conduite et l'exploitation des réacteurs, l'ASN considère que les performances du site sont en amélioration. Le nombre d'événements relatifs à la conduite de l'installation déclarés à l'ASN est en diminution par rapport aux années passées, ce qui traduit des progrès, observés par ailleurs dans les activités de pilotage des réacteurs. Toutefois, l'ASN constate une nouvelle fois des écarts relatifs à la gestion des procédures de conduite utilisées dans les phases de conduite incidentelle ou accidentelle.

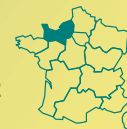
Concernant la maintenance des installations, l'ASN considère que la surveillance des prestataires et la bonne déclinaison du référentiel de maintenance doivent progresser afin d'aborder dans les meilleures conditions possibles les années à venir, qui comporteront un nombre accru d'activités de maintenance, avec notamment la visite décennale du réacteur 1. Enfin, l'ASN a également constaté en inspection des non-conformités

notables vis-à-vis de la prise en compte du risque d'agression par la foudre. Une remise en conformité réactive de l'installation a été effectuée au cours de l'année.

En matière de radioprotection, l'ASN considère que l'organisation mise en place doit faire l'objet d'améliorations. La prise en compte des enjeux de radioprotection apparaît contrastée et l'ASN relève encore de nombreux écarts lors des inspections. Le site doit également poursuivre les efforts engagés pour améliorer la connaissance et la prise en compte du risque radiologique par les intervenants des entreprises prestataires.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN estime que l'exploitant a fait des progrès dans la prévention des écoulements et la dispersion non prévus dans l'environnement de substances liquides radioactives ou dangereuses. Toutefois, l'ASN estime que le site doit mener des améliorations structurantes dans la gestion des gaz appauvrissant la couche d'ozone.

En matière d'inspection du travail, l'ASN a réalisé en 2020 plusieurs visites relatives à l'inspection du travail concernant les salariés d'EDF et les entreprises intervenant dans la centrale nucléaire de Penly. À ce titre, l'ASN n'a pas relevé de manquement significatif, mais a toutefois formulé plusieurs observations concernant des situations à risque de chute de charge vis-à-vis du risque levage et des non-conformités d'équipements de travail impliquant, entre autres, des situations de travaux en hauteur. L'ASN a également répondu à des sollicitations directes de la part de salariés, et s'est assurée du fonctionnement des instances représentatives du personnel lors du confinement décidé pendant la crise sanitaire, permettant de constater le déploiement d'une gestion adaptée des mesures de prévention.



Chantier de construction du réacteur EPR – Flamanville 3

Après délivrance du [décret d'autorisation de création n° 2007-534 du 10 avril 2007](#) et du permis de construire, le [réacteur EPR de Flamanville 3](#) est en construction depuis septembre 2007.

Lors du premier semestre 2020, EDF a terminé les phases d'essais à chaud de l'installation, qui permettent en particulier de tester le fonctionnement de la chaudière et de ses systèmes auxiliaires dans les conditions nominales de température et de pression. L'ASN considère que l'organisation pour la réalisation des essais de démarrage est satisfaisante, mais qu'EDF doit renforcer son analyse des résultats des essais, notamment concernant leur représentativité et la validation des critères de sûreté.

Par ailleurs, l'ASN a poursuivi le contrôle de la revue de la qualité des matériels. Cette revue avait été demandée en 2018 par l'ASN, du fait de lacunes importantes dans la surveillance exercée par EDF sur ses prestataires. Comme en 2019, l'ASN estime qu'EDF doit compléter son programme de contrôles complémentaires, notamment en ce qui concerne les autres matériels que les équipements sous pression.

EDF a défini en 2020 une stratégie de conservation des systèmes, structures et composants placés en arrêt de longue durée jusqu'à la mise en service du réacteur. Au dernier trimestre 2020, l'ASN a entrepris l'examen de cette stratégie et mené une inspection visant à contrôler sa bonne mise en œuvre. Cette inspection a permis de conclure que l'organisation en place est satisfaisante. D'autres inspections seront menées sur ce sujet en 2021.

L'ASN a autorisé en 2020 les premières réparations des soudures des circuits secondaires principaux du réacteur. L'ASN a réalisé plusieurs contrôles sur la préparation de ces activités et des inspections inopinées qui ont permis de s'assurer du respect des exigences portant sur ces opérations. L'ASN considère que le travail préparatoire mené par EDF et ses prestataires, ainsi que l'organisation mise en œuvre progressivement pour

la réalisation sont satisfaisants. L'ASN poursuivra son contrôle de ces activités de soudage en 2021 et sera vigilante à l'adéquation des ressources et de l'organisation pour la réalisation d'un volume plus important de réparations en parallèle.

Enfin, [l'ASN a autorisé le 8 octobre 2020](#) la mise en service partielle du réacteur EPR de Flamanville pour l'arrivée de combustible nucléaire dans le périmètre du réacteur. Plusieurs contrôles ont été réalisés pour s'assurer de la conformité des installations et de la rigueur d'exploitation dans le transport et la manutention des assemblages de combustible. Les vérifications effectuées lors de cette inspection ont montré un état de l'installation et un niveau de préparation de l'exploitant satisfaisants pour l'arrivée de combustible sur site.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN note que des actions correctives adéquates ont été entreprises par l'exploitant pour corriger les différentes lacunes constatées lors de l'inspection renforcée de 2019. L'ASN considère que la prise en compte par l'exploitant des risques pour l'environnement est en amélioration.

L'ASN assure les missions d'inspection du travail sur le chantier de Flamanville 3. En 2020, l'ASN a en particulier contrôlé le respect, par les entreprises intervenant sur le chantier, des dispositions relatives au droit du travail. L'observation des règles de sécurité applicables a notamment fait l'objet d'un contrôle adapté aux conditions de crise sanitaire. Ces actions de contrôle en matière de sécurité n'ont pas révélé de manquement significatif. Le contexte particulier de l'installation, avec sa mise en service partielle, a aussi été l'objet de points de vigilance particuliers en matière de gestion du risque d'incendie dans les bâtiments industriels et d'organisation pour la prévention des risques sous la coresponsabilité de la direction du chantier et de celle de l'exploitant. L'ASN a également répondu à des sollicitations directes de la part de salariés et réalisé des enquêtes consécutives à la survenue d'accidents du travail.

Centre de stockage de la Manche

Mis en service en 1969, le centre de stockage de la Manche ([CSM](#)) fut le premier centre de stockage de déchets radioactifs exploité en France. 527 225 m³ de colis de déchets y sont stockés. L'arrivée de nouveaux déchets au CSM a cessé en juillet 1994. Le CSM est réglementairement en phase de démantèlement (opérations préalables à sa fermeture) jusqu'à la fin de la mise en place de la couverture pérenne. Une décision de l'ASN précisera la date de fermeture du stockage (passage en phase de surveillance), ainsi que la durée minimale de la phase de surveillance.

L'instruction du dossier d'orientations de réexamen périodique avait abouti à des demandes particulières de l'ASN fin 2017, portant notamment sur la justification des principes techniques de mise en œuvre de la couverture pérenne, le dispositif mémoriel et la mise à jour de l'étude d'impact. Dans

ce cadre, l'ASN instruit actuellement le rapport de réexamen périodique du CSM transmis par l'Andra en 2019.

En 2020, l'ASN considère que l'organisation définie et mise en œuvre pour l'exploitation des installations est satisfaisante. En particulier, dans le cadre de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19, l'exploitant a mis en place un plan de continuité d'activité autour de la protection physique, de la surveillance de l'environnement et de la maintenance curative des installations. Au regard des échanges réguliers avec l'exploitant et de l'inspection réalisée en décembre 2020, l'ASN considère que les dispositions retenues ont permis de conserver un niveau de surveillance satisfaisant. En complément, l'analyse du retour d'expérience propre à cette période permettra d'améliorer encore l'organisation.

Grand accélérateur national d'ions lourds

Le groupement d'intérêt économique Ganil a été autorisé en 1980 à créer un accélérateur d'ions à Caen ([INB 113](#)). Cette installation de recherche produit, accélère et distribue dans des salles d'expérience des faisceaux d'ions à différents niveaux d'énergie pour étudier la structure de l'atome. Les faisceaux de forte énergie produisent des champs importants de rayonnements ionisants, activant les matériaux en contact, qui émettent alors des rayonnements ionisants, même après l'arrêt des faisceaux. L'irradiation constitue donc le risque principal du Ganil.

Les « noyaux exotiques » sont des noyaux qui n'existent pas à l'état naturel sur Terre. Ils sont créés artificiellement dans le Ganil pour des expériences de physique nucléaire sur les origines et la structure de la matière. Afin de produire ces noyaux exotiques, le Ganil a été autorisé en 2012 à construire la phase 1 du projet SPIRAL2, dont la [mise en service a été autorisée par l'ASN en 2019](#).

Conformément aux prescriptions de la [décision n° 2015-DC-0512 de l'ASN du 11 juin 2015](#) relative à son premier réexamen périodique, le Ganil a poursuivi ses travaux de mise en conformité concernant les dispositifs de détection et de lutte contre l'incendie, la gestion des déchets radioactifs et le confinement des installations. Après analyse des difficultés rencontrées, le Ganil a été autorisé par l'ASN, par décision du

11 décembre 2019, à reporter les échéances des travaux de remise en conformité prévus par six des dix prescriptions de ce réexamen périodique.

Bien que les cyclotrons et l'accélérateur linéaire (SPIRAL2) aient continué à fonctionner pendant le confinement, la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 a globalement impacté l'avancée des projets du Ganil. Cependant, les essais de démarrage de l'accélérateur SPIRAL2 se sont poursuivis avec succès.

En plus des inspections qu'elle a réalisées, l'ASN a participé à plusieurs réunions techniques en lien avec le second réexamen de sûreté de l'installation, pour lequel l'exploitant doit transmettre son rapport de conclusion du réexamen périodique au plus tard le 18 mai 2021.

En 2020, l'ASN considère que l'organisation définie et mise en œuvre pour l'exploitation des installations doit être notablement améliorée sur plusieurs points. L'exploitant doit notamment améliorer sa gestion documentaire, en lien avec la mise à jour de son référentiel de sûreté, et être vigilant à la bonne retranscription, au sein de son système de gestion intégrée, des exigences réglementaires. Il est également attendu des efforts sur la complétude et la qualité des dossiers remis à l'ASN.

SITE DE LA HAGUE

L'[établissement Orano de La Hague](#) est implanté sur la pointe nord-ouest de la presqu'île du Cotentin, dans le département de la Manche (50), à 20 km à l'ouest de Cherbourg et à 6 km du cap de La Hague. Le site se trouve à une quinzaine de kilomètres des îles anglo-normandes.

LES USINES DE RETRAITEMENT ORANO DE LA HAGUE EN FONCTIONNEMENT

Les usines de La Hague, destinées au traitement des assemblages de combustibles irradiés dans les réacteurs nucléaires, sont exploitées par Orano La Hague.

La mise en service des différents ateliers des usines de traitement des combustibles et conditionnement des déchets UP3-A ([INB 116](#)) et UP2-800 ([INB 117](#)) et de la station de traitement des effluents STE3 ([INB 118](#)) s'est déroulée de 1986 (réception et entreposage des assemblages combustibles usés) à 2002 (atelier de traitement du plutonium R4), avec la mise en service de la majorité des ateliers de procédé en 1989-1990.

Les décrets du 10 janvier 2003 fixent la capacité individuelle de traitement de chacune des deux usines à 1000 tonnes par an, comptées en quantité d'uranium et de plutonium contenus dans les assemblages combustibles avant irradiation (passage en réacteur) et limitent la capacité totale

des deux usines à 1700 tonnes par an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site sont définies par deux décisions de l'ASN [n° 2015-DC-0535](#) et [n° 2015-DC-0536](#) du 22 décembre 2015.

Les opérations réalisées dans les usines

Les usines de retraitement comprennent plusieurs unités industrielles, chacune destinée à une opération particulière. On distingue ainsi les installations de réception et d'entreposage des assemblages de combustibles usés, de cisailage et de dissolution de ceux-ci, de séparation chimique des produits de fission, de l'uranium et du plutonium, de purification de l'uranium et du plutonium et de traitement des effluents, ainsi que de conditionnement des déchets.

À leur arrivée dans les usines, les assemblages de combustibles usés disposés dans leurs emballages de transport sont déchargés soit « sous eau » en piscine, soit à sec en cellule blindée étanche. Les assemblages sont alors entreposés dans des piscines pour refroidissement.

Les assemblages sont ensuite cisailés et dissous dans l'acide nitrique, afin de séparer les morceaux de gaine métallique du combustible nucléaire usé. Les morceaux de gaine, insolubles dans l'acide nitrique, sont évacués du dissolvant, rincés à l'acide puis à l'eau et transférés vers une unité de compactage et de conditionnement.



La solution d'acide nitrique comprenant les substances radioactives dissoutes est ensuite traitée afin d'en extraire l'uranium et le plutonium et d'y laisser les produits de fission et les autres éléments transuraniens.

Après purification, l'uranium est concentré et entreposé sous forme de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$. Il est destiné à être converti, dans l'installation TU5 du site du Tricastin, en un composé solide (U_3O_8), dit « uranium de retraitement ».

Après purification et concentration, le plutonium est précipité par de l'acide oxalique, séché, calciné en oxyde de plutonium,

conditionné en boîtes étanches et entreposé. Le plutonium est ensuite destiné à la fabrication de combustibles MOX dans l'usine Orano de Marcoule (Melox).

Les effluents et les déchets produits par le fonctionnement des usines

Les produits de fission et autres éléments transuraniens issus du retraitement sont concentrés, vitrifiés et conditionnés en colis standard de déchets vitrifiés (CSD-V). Les morceaux de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en colis standard de déchets compactés (CSD-C).

Les installations de La Hague

LES INSTALLATIONS ARRÊTÉES, EN DÉMANTÈLEMENT

INB 80 – atelier haute activité oxyde (HAO) :

- HAO/Nord : atelier de déchargement « sous eau » et d'entreposage des éléments combustibles usés,
- HAO/Sud : atelier de cisailage et de dissolution des éléments combustibles usés ;

INB 33 – usine UP2-400, première unité de retraitement :

- HA/DE : atelier de séparation de l'uranium et du plutonium des produits de fission,
- HAPF/SPF (1 à 3) : atelier de concentration et d'entreposage des produits de fission,
- MAU : atelier de séparation de l'uranium et du plutonium, de purification et d'entreposage de l'uranium sous forme de nitrate d'uranyle,
- MAPu : atelier de purification, de conversion en oxyde et de premier conditionnement de l'oxyde de plutonium,
- LCC : laboratoire central de contrôle qualité des produits,
- ACR : atelier de conditionnement des résines ;

INB 38 – installation STE2, collecte, traitement des effluents et entreposage des boues de précipitation et atelier AT1, installation prototype en cours de démantèlement ;

INB 47 – atelier ÉLAN IIB, installation de recherche en cours de démantèlement.

LES INSTALLATIONS EN FONCTIONNEMENT

INB 116 – usine UP3-A :

- T0 : atelier de déchargement à sec des éléments combustibles usés,
- Piscines D et E : piscines d'entreposage des éléments combustibles usés,
- T1 : atelier de cisailage des éléments combustibles, de dissolution et de clarification des solutions obtenues,
- T2 : atelier de séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission, et de concentration/entreposage des solutions de produits de fission,
- T3/T5 : ateliers de purification et d'entreposage du nitrate d'uranyle,
- T4 : atelier de purification, de conversion en oxyde et de conditionnement du plutonium,

- T7 : atelier de vitrification des produits de fission,
- BSI : atelier d'entreposage de l'oxyde de plutonium,
- BC : salle de conduite de l'usine, atelier de distribution des réactifs et laboratoires de contrôle de marche du procédé,
- ACC : atelier de compactage des coques et embouts,
- AD2 : atelier de conditionnement des déchets technologiques,
- ADT : aire de transit des déchets,
- EDS : entreposage de déchets solides,
- E/D EDS : atelier de désentreposage/entreposage de déchets solides,
- ECC : ateliers d'entreposage et de reprise des déchets technologiques et de structures conditionnés,
- E/EV sud-est : atelier d'entreposage des résidus vitrifiés,
- E/EV/LH et E/EV/LH 2 : extensions de l'entreposage des résidus vitrifiés ;

INB 117 – usine UP2-800 :

- NPH : atelier de déchargement « sous eau » et d'entreposage des éléments combustibles usés en piscine,
- Piscine C : piscine d'entreposage des éléments combustibles usés,
- R1 : atelier de cisailage des éléments combustibles, de dissolution et de clarification des solutions obtenues (incluant l'URP : atelier de redissolution du plutonium),
- R2 : atelier de séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission et de concentration des solutions de produits de fission (incluant l'UCD : unité centralisée de traitement des déchets alpha),
- SPF (4, 5, 6) : ateliers d'entreposage des produits de fission,
- R4 : atelier de purification, de conversion en oxyde et de premier conditionnement de l'oxyde de plutonium,
- BST1 : atelier de deuxième conditionnement et d'entreposage de l'oxyde de plutonium,
- R7 : atelier de vitrification des produits de fission,
- AML – AMEC : ateliers de réception et d'entretien des emballages ;

INB 118 – installation STE3, collecte, traitement des effluents et entreposage des colis bitumés :

- E/D EB : entreposage/désentreposage des déchets alpha,
- MDS/B : minéralisation des déchets de solvant.

Par ailleurs, les opérations de retraitement décrites au paragraphe précédent mettent en œuvre des procédés chimiques et mécaniques qui, par leur exploitation, produisent des effluents gazeux et liquides ainsi, que des déchets solides.

Les déchets solides sont conditionnés sur le site, soit par compactage, soit par enrobage dans du ciment. Les déchets radioactifs solides issus du traitement des assemblages combustibles usés dans des réacteurs français sont, selon leur composition, envoyés au Centre de stockage de l'Aube ou entreposés sur le site Orano Cycle de La Hague dans l'attente d'une solution pour leur stockage définitif (notamment les CSD-V et CSD-C).

Conformément à l'[article L. 542-2 du code de l'environnement](#), les déchets radioactifs issus du traitement des assemblages combustibles usés d'origine étrangère sont réexpédiés à leurs propriétaires. Cependant, il est impossible de séparer physiquement les déchets en fonction des combustibles dont ils proviennent. Afin de garantir une répartition équitable des déchets issus du traitement des combustibles de ses différents clients, l'exploitant a proposé un système comptable permettant le suivi des entrées et des sorties de l'usine de La Hague. Ce système, appelé système EXPER, a été approuvé par [arrêté du 2 octobre 2008](#) du ministre chargé de l'énergie.

Les effluents gazeux se dégagent principalement lors du cisailage des assemblages et pendant l'opération de dissolution. Le traitement de ces effluents gazeux s'effectue par lavage dans une unité de traitement des gaz. Les gaz radioactifs résiduels, en particulier le krypton et le tritium, sont contrôlés avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

Les effluents liquides sont traités et généralement recyclés. Certains radionucléides, tels que l'iode et le tritium, sont dirigés, après contrôle, vers l'émissaire marin de rejet en mer. Cet émissaire, comme les autres émissaires du site, sont soumis à des limites de rejets. Les autres effluents sont dirigés vers des unités de conditionnement du site (matrice solide de verre ou de bitume).

Faits marquants de l'année 2020

Afin de remplacer les évaporateurs concentrateurs de produit de fission de La Hague, qui présentent une corrosion plus avancée que prévue à leur conception, Orano construit de nouveaux ateliers, dénommés Nouvelles concentrations de produits de fission (NCPF) et comprenant six nouveaux évaporateurs. Ce projet, particulièrement complexe, a nécessité plusieurs autorisations et a fait l'objet d'une décision de l'ASN en 2020, portant sur le procédé de trois de ces évaporateurs (NCPF T2). Les autorisations de raccordement de ces nouveaux équipements aux ateliers existants feront l'objet d'autres décisions et autorisations dans les prochains mois.

Certains points qui avaient été insuffisamment étudiés dans le cadre du premier réexamen périodique de l'INB 117 (UP2-800) ont fait l'objet d'engagements de la part d'Orano, en particulier une étude plus approfondie de la tenue du génie civil de la piscine NPH en cas de séisme, et des risques d'agression de l'INB 117 par l'atelier Haute Activité Oxyde (HAO) de l'usine UP2-400 en démantèlement. Des études complémentaires et des propositions de renforcements ont été fournies par Orano en 2020.

Orano a demandé en avril 2017 une modification du décret de création de l'usine UP3-A pour pouvoir étendre l'entreposage de CSD-C. Cette extension a été autorisée par le [décret du 27 novembre 2020](#), sur lequel l'ASN avait rendu un avis favorable le 8 septembre 2020. Elle permet de disposer de marges significatives vis-à-vis du risque de saturation des capacités françaises d'entreposage de ce type de déchets.

LES OPÉRATIONS DE MISE À L'ARRÊT DÉFINITIF ET DÉMANTÈLEMENT DE CERTAINES INSTALLATIONS

L'ancienne usine de traitement des combustibles irradiés UP2-400 ([INB 33](#)) a été mise en service en 1966 et est arrêtée définitivement depuis le 1^{er} janvier 2004.

L'arrêt définitif concerne également trois INB associées à l'usine UP2-400 : l'[INB 38](#) (qui regroupe la station de traitement des effluents et des déchets solides n° 2 – STE2, et l'atelier de traitement des combustibles nucléaires oxyde n° 1 – AT1), l'[INB 47](#) (atelier de fabrication de sources radioactives – ELAN IIB) et l'[INB 80](#) (atelier HAO).

En 2020, l'ASN a poursuivi l'instruction des demandes d'autorisation de démantèlement partiel des INB 33 et 38 transmises en avril 2018. Les reports demandés par l'exploitant conduisent à des échéances de fin de démantèlement en 2046 et 2043, au lieu de la date de 2035 actuellement prescrite pour les deux INB. L'ASN note que les reports d'échéances demandés sont significatifs et sont dus en grande partie aux retards pris dans la reprise et le conditionnement des déchets anciens. De ce fait, l'ASN poursuivra en 2020 sa démarche de contrôle de la gestion de ces projets. À la suite des compléments apportés au dossier par Orano concernant, d'une part, la suppression des interactions en cas de séisme entre l'atelier « Moyenne Activité Plutonium » (MAPu) et l'atelier d'entreposage de l'oxyde de plutonium (BST1) et, d'autre part, le mémoire en réponse à l'avis de l'autorité environnementale, l'enquête publique s'est déroulée du 20 octobre au 20 novembre 2020.

LES OPÉRATIONS DE REPRISE ET DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS ANCIENS

Contrairement aux déchets conditionnés directement en ligne, que produisent les nouvelles usines UP2-800 et UP3-A de La Hague, la majeure partie des déchets produits par la première usine UP2-400 a été entreposée en vrac, sans conditionnement définitif. Les opérations de reprise de ces déchets sont complexes et nécessitent la mise en œuvre de moyens importants. Elles présentent des enjeux de sûreté et de radioprotection majeurs, que l'ASN contrôle particulièrement.

La reprise des déchets contenus dans les entreposages anciens du site de La Hague constitue, en outre, un préalable aux opérations de démantèlement et d'assainissement de ces entreposages.



Reprise et conditionnement des boues de STE2

La station STE2 d'UP2-400 servait à collecter les effluents de l'usine UP2-400, à les traiter et à entreposer les boues de précipitation issues du traitement. Les boues de [STE2](#) sont ainsi les précipités qui fixent l'activité radiologique contenue dans les effluents et elles sont entreposées dans sept silos. Une partie des boues a été enrobée dans du bitume et conditionnée dans des fûts en acier inoxydable dans l'atelier [STE3](#). À la suite de l'interdiction du bitumage par l'ASN en 2008, Orano a étudié d'autres modes de conditionnement pour les boues non conditionnées ou entreposées.

Le scénario concernant la reprise et le conditionnement des boues de STE2 présenté en 2010 était découpé en trois étapes :

- reprise des boues entreposées dans des silos de STE2 (INB 38) ;
- transfert et traitement, initialement envisagé par séchage et compactage, dans STE3 (INB 118) ;
- conditionnement des pastilles obtenues en colis dénommés « C5 » en vue du stockage en couche géologique profonde.

L'ASN a autorisé la première phase de travaux pour la reprise des boues de STE2 en 2015 et le décret d'autorisation de création de la station de traitement des effluents STE3 a été modifié par [décret du 29 janvier 2016](#), afin de permettre l'implantation du procédé de traitement des boues de STE2.

Fin 2017, Orano Cycle a cependant informé l'ASN que le procédé retenu pour le traitement des boues dans STE3 pouvait entraîner des difficultés pour l'exploitation et la maintenance des équipements. Orano Cycle a proposé un scénario alternatif par centrifugation et a transmis en août 2019 un dossier d'options de sûreté (DOS), qui repose cependant sur des hypothèses encore trop peu étayées.

Une inspection réalisée fin 2019 a confirmé que le projet n'était pas suffisamment mûr pour que l'ASN puisse donner un avis sur ce DOS. Celui-ci devait être révisé, en particulier sur les options structurantes du projet concernant le traitement des effluents et les rejets dans l'environnement, ainsi que la maîtrise du risque d'incendie.

En 2020, l'ASN a engagé l'instruction du nouveau DOS, transmis en juillet 2020 par Orano et apportant des compléments, en particulier sur les sujets liés à la réactivité des boues et au traitement des effluents. L'ASN a par ailleurs poursuivi l'instruction de la demande d'autorisation pour l'implantation des équipements de reprise sur les toits des silos de l'atelier STE2, en portant une attention particulière au risque d'incendie, dont la maîtrise n'est pas complètement démontrée. Sur ce dernier sujet, des compléments restent attendus par l'ASN.

Les enjeux de sûreté associés au silo 130

Le [silo 130](#) a été conçu et construit selon les exigences de sûreté en vigueur dans les années 1960. La structure du génie civil du silo 130 est aujourd'hui fragilisée par le vieillissement et par l'incendie survenu en 1981. En outre, les déchets, initialement entreposés à sec, se retrouvent submergés pour partie dans un volume important d'eau, depuis l'extinction de l'incendie de 1981. L'eau est donc en contact direct avec les déchets et peut contribuer à la corrosion du cuvelage en acier noir, qui est aujourd'hui l'unique barrière de confinement. Ainsi, un des risques majeurs concerne la dispersion des substances radioactives dans l'environnement (infiltration de l'eau contaminée dans la nappe phréatique).

Un autre facteur pouvant compromettre la sûreté du silo 130 est lié à la nature des substances présentes dans les déchets, comme le magnésium, qui est pyrophorique. L'hydrogène, gaz hautement inflammable, peut aussi être produit par des phénomènes de radiolyse ou de corrosion (présence d'eau). Ces éléments contribuent aux risques d'incendie et d'explosion.

Silo 130

Le [silo 130](#) est un entreposage enterré en béton armé, muni d'un cuvelage en acier noir utilisé pour l'entreposage à sec de déchets solides issus du traitement des combustibles des réacteurs uranium naturel-graphite-gaz (UNGG), ainsi que de déchets technologiques et de terres et gravats contaminés. Le silo a reçu des déchets de ce type à partir de 1973, jusqu'à son incendie en 1981, qui a contraint l'exploitant à noyer ces déchets. L'étanchéité du silo ainsi rempli d'eau n'est aujourd'hui assurée qu'au moyen d'une unique barrière de confinement, constituée d'une « peau » en acier. La surveillance de l'étanchéité du silo 130 est effectuée par un réseau de piézomètres situés à proximité. Le scénario de reprise et de conditionnement de ces déchets comporte quatre étapes :

- reprise et conditionnement des déchets UNGG solides ;
- reprise des effluents liquides ;
- reprise et conditionnement des déchets UNGG résiduels et des boues de fond de silo ;
- reprise et conditionnement des terres et gravats.

Orano Cycle a construit une cellule de reprise au-dessus de la fosse contenant les déchets et un nouveau bâtiment dédié aux opérations de tri et de conditionnement. En 2020, la préparation des opérations de reprise des déchets s'est poursuivie et l'étape clé de la constitution du premier fût de reprise de déchets du silo 130 a été franchie. Après un arrêt prolongé des installations en raison du confinement lié à la gestion de la crise sanitaire et à l'intégration de modifications matérielles préalable à la reprise des opérations, dont le remplacement des câbles de la herse, Orano a procédé à la reprise de l'exploitation en octobre 2020, après avoir effectué la première expédition de fûts vers l'atelier d'entreposage/désentreposage de déchets solides (E/D EDS) sur le site de La Hague.

Orano a par ailleurs mené un premier retour d'expérience de la mise en service de cette cellule de reprise et a identifié des améliorations organisationnelles dans la conduite de ce type de projet. Ces améliorations portent notamment sur le renforcement de la méthodologie de transfert de l'installation entre les équipes projet, dont celles en charge des essais, vers celles du futur exploitant. L'ASN considère que cette démarche est positive.

Silo HAO et stockage organisé des coques

L'atelier HAO (INB 80) assure les premières étapes du processus de traitement des combustibles nucléaires usés: réception, entreposage, puis cisailage et dissolution. Les solutions de dissolution produites dans l'INB 80 étaient ensuite transférées dans l'ensemble industriel UP2-400, dans lequel avait lieu la suite des opérations de traitement.

Appréciation du site de La Hague

En 2020, l'ASN considère que les performances de l'établissement Orano de La Hague sont satisfaisantes pour ce qui concerne la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement.

En ce qui concerne la gestion de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19, l'ASN relève qu'Orano a su adapter son organisation et ses modes de fonctionnement pour faire face au risque sanitaire, tout en maintenant le niveau de sûreté attendu dans ses installations en fonctionnement. Orano a par ailleurs maintenu l'activité de certains chantiers de démantèlement présentant des enjeux importants.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances de l'établissement sont restées satisfaisantes. Toutefois, la détection de nouveaux retards concernant la réalisation de plusieurs contrôles périodiques doit interroger l'exploitant sur le caractère suffisant des actions correctives déjà mises en œuvre pour respecter la fréquence prévue.

Concernant la conduite et les activités d'exploitation, Orano devra faire preuve de plus de rigueur quant à la formalisation des habilitations des opérateurs en salle de commande. De plus, l'ASN continuera d'être vigilante au grément des différentes équipes de conduite de l'installation.

Des actions d'amélioration ont également été engagées pour la gestion des risques impliquant des substances dangereuses et la maîtrise la conformité des installations classées pour la protection de l'environnement de l'établissement. L'ASN considère qu'elles sont satisfaisantes et sera vigilante sur l'apparition possible de nouvelles dérives à ce sujet.

L'ASN estime que l'exploitant doit encore poursuivre les efforts engagés pour la surveillance des intervenants extérieurs, notamment par l'amélioration des supports de surveillance et les évolutions de son organisation. Par ailleurs, l'exploitant devra apporter plus de rigueur à la surveillance de certaines prestations, notamment celles comportant un plus faible nombre d'activités, en veillant à y intégrer les exigences réglementaires applicables. Enfin, l'ASN instruira en 2021 la demande d'Orano de déroger au principe de responsabilité opérationnelle directe de l'exploitant, conséquence de la restructuration du groupe Orano. Dans ce cadre, l'ASN contrôlera la plus-value apportée par cette nouvelle organisation et veillera au maintien de la compétence technique de l'exploitant pour l'exploitation courante des installations en démantèlement sur le site.

L'ASN considère que l'organisation de l'exploitant concernant la maîtrise des risques liés à l'incendie s'est dégradée en 2021. Des retards ont notamment été notés dans la réalisation de

certaines travaux de remise en conformité. L'exploitant devra également s'attacher à tirer pleinement le retour d'expérience de l'incendie survenu en février 2020 sur la plateforme d'entreposage du linge. Enfin, l'ASN sera particulièrement attentive, en 2021, à l'adéquation entre les délais d'intervention en cas d'incendie prévus dans sa démonstration de sûreté nucléaire et ceux observés lors d'exercices, ainsi qu'à l'efficacité de l'organisation opérationnelle en matière de lutte contre l'incendie. Des mises en situations inopinées continueront d'être réalisées à ce sujet.

En matière de radioprotection, l'ASN relève que l'organisation du site de La Hague et les résultats obtenus sont globalement satisfaisants. Cependant, les contrôles menés par sondage révèlent qu'il subsiste toujours des écarts entre les documents opérationnels et les différents outils informatiques de suivi des contrôles réglementaires. L'exploitant devra ainsi veiller à la bonne exhaustivité de réalisation de ces contrôles. L'ASN considère qu'Orano doit également améliorer la traçabilité de la prise en compte des recommandations ou des réserves formulées lors des comités de radioprotection. Enfin, l'ASN restera vigilante au retour d'expérience de la nouvelle organisation de la radioprotection mise en œuvre sur le site de La Hague.

Concernant la protection de l'environnement, les performances de l'établissement sont globalement satisfaisantes. L'ASN note favorablement le plan d'action mis en œuvre pour la prévention des écoulements et la dispersion non prévus dans l'environnement de substances liquides radioactives ou dangereuses. Néanmoins, une plus grande rigueur doit être apportée aux modalités de dépose des déchets aux points de collecte prévus à cet effet dans les installations.

Concernant la conduite des projets de démantèlement et de reprise et de conditionnement des déchets anciens, l'ASN considère que les réflexions de l'exploitant sur les améliorations structurantes de l'organisation et de la gestion des projets doivent se poursuivre afin que les dates d'engagements d'Orano, transcrites dans des prescriptions de l'ASN ou des décrets, soient respectées. S'agissant du pilotage des projets, l'ASN a relevé la mise en œuvre de modalités de fonctionnement favorables à une plus grande robustesse. En outre, l'exploitant devra définir l'impact potentiel de la crise sanitaire sur les délais des différents projets ou opérations et prendre les mesures correctives adaptées. En 2021, l'ASN portera une attention particulière à l'évaluation du bénéfice de la mise en œuvre de ces différentes améliorations par Orano, notamment en ce qui concerne la rigueur dans la gestion de projet et l'analyse de risques des activités.



L'INB 80 est composée de :

- HAO Nord, lieu de déchargement et d'entreposage des combustibles usés ;
- HAO Sud, où étaient effectuées les opérations de cisailage et dissolution ;
- le bâtiment « filtration », qui comporte le système de filtration de la piscine de HAO Sud ;
- le silo HAO, dans lequel sont entreposés des coques et embouts (morceaux de gaine et embouts de combustible) en vrac, des fines provenant essentiellement du cisailage, des résines et des déchets technologiques issus de l'exploitation de l'atelier HAO entre 1976 et 1997 ;
- le stockage organisé des coques, composé de trois piscines dans lesquelles sont entreposés des fûts contenant coques et embouts.

En 2020, l'exploitant a poursuivi les opérations préalables à la reprise des déchets du silo HAO (notamment l'aménagement de la future cellule de reprise des déchets) et les essais importants pour la sûreté débutés en 2019.

Les solutions anciennes de produits de fission entreposées dans l'unité SPF2 de l'usine UP2-400

Pour le conditionnement des produits de fission issus du retraitement de combustibles provenant des réacteurs de la filière UNGG et contenant notamment du molybdène (PF UMo), l'exploitant a retenu la vitrification en creuset froid. Le colis ainsi produit est un colis standard de déchets UMo vitrifiés. Le traitement et le conditionnement des produits de fissions dits « UMo » contenus dans les cuves de l'atelier SPF2 se sont achevés en juillet 2020, respectant ainsi le délai fixé par la [décision n° 2019-DC-0665 de l'ASN du 9 avril 2019](#). L'ASN estime que la vitrification de ces solutions constitue une amélioration significative de la sûreté de ces installations anciennes, du fait de la diminution du terme source mobilisable de ces ateliers en cas d'accident.



Région Nouvelle-Aquitaine

La division de Bordeaux contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 12 départements de la région [Nouvelle-Aquitaine](#).

En 2020, l'ASN a réalisé 111 inspections dans la région Nouvelle-Aquitaine, dont 42 inspections dans les centrales nucléaires du Blayais et de Civaux, 58 inspections dans les installations nucléaires de proximité et 11 inspections d'organismes et laboratoires agréés.

L'ASN a, par ailleurs, réalisé 15 journées d'inspection du travail à la centrale nucléaire du Blayais et 7,5 journées à la centrale nucléaire de Civaux.

Au cours de l'année 2020, 8 événements significatifs classés au niveau 1 de l'[échelle INES](#) ont été déclarés par les exploitants des centrales nucléaires de Nouvelle-Aquitaine. Dans le domaine du nucléaire de proximité, un événement significatif pour la radioprotection classé au niveau 1 de l'échelle INES a été déclaré à l'ASN.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé un procès-verbal d'infraction à l'encontre d'un vétérinaire utilisant des sources scellées de haute activité.

Centrale nucléaire du Blayais

La centrale nucléaire du [Blayais](#) est exploitée par EDF dans le département de la Gironde, à 50 km au nord de Bordeaux. Cette centrale est constituée de quatre REP d'une puissance de 900 MWe. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 86, les réacteurs 3 et 4 l'INB 110.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire du Blayais en matière de sûreté nucléaire rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. L'ASN considère que les performances en matière de radioprotection et de protection de l'environnement sont en retrait par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF.

En matière de sûreté nucléaire, bien que les performances de la centrale nucléaire du Blayais rejoignent l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF, l'ASN considère qu'elles sont légèrement en recul par rapport aux années précédentes. La centrale du Blayais a montré sa capacité à maîtriser convenablement, dans un contexte de crise sanitaire défavorable, un nombre important d'activités de maintenance et d'intégration de modifications sur ses installations. L'ASN relève également que le traitement des écarts de conformité est satisfaisant. Cependant, l'ASN constate, comme en 2019, des défauts dans la qualité de la documentation opérationnelle pour la préparation et la réalisation des activités. Enfin, la seconde partie de l'année a été marquée par un nombre important d'événements significatifs qui met en évidence le besoin pour l'exploitant de la centrale nucléaire du Blayais de mettre en œuvre des actions d'améliorations pour conserver ses performances.

Dans le domaine de la radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que la situation reste dégradée et que le site ne parvient toujours pas à rétablir un niveau satisfaisant, malgré la mise en place de mesures préventives en début d'année et correctives au cours des arrêts. Ce constat, établi par l'ASN au travers de ses inspections, est corroboré par les nombreux événements significatifs pour la radioprotection, de nature diverse, dont deux ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES. Une réaction forte du site pour améliorer rapidement et durablement ses performances en matière de radioprotection des travailleurs est attendue par l'ASN en 2021. La radioprotection fera l'objet d'un contrôle renforcé en 2021.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN a constaté les actions engagées par l'exploitant, mais considère que leurs effets et résultats ne sont pas suffisamment probants pour traiter de façon pérenne des pollutions historiques des sols et des nappes souterraines captives de son site. Ces sujets nécessitent de la part de l'exploitant de la centrale du Blayais la mise en place d'actions volontaires avec des échéances rapprochées.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que le suivi réglementaire des installations électriques, ainsi que la maîtrise du risque lié à l'amiante doivent être améliorés. L'ASN considère que les résultats en matière de sécurité ne sont pas satisfaisants, mais note favorablement la dynamique du site du Blayais pour identifier, remonter et traiter les situations à risque. L'ASN a continué son suivi des dossiers de conformité des ponts lourds, des outillages de fabrication locale, et de la ventilation des locaux à pollution spécifique. Enfin, l'ASN a assuré un suivi particulier de la crise sanitaire, notamment



lors du premier confinement, par sa présence sur le terrain, sa participation aux réunions extraordinaires du comité social et économique et en répondant aux sollicitations individuelles et collectives.

Centrale nucléaire de Civaux

La centrale nucléaire de [Civaux](#) est exploitée par EDF dans le département de la Vienne, à 30 km au sud de Poitiers, en région Nouvelle-Aquitaine. Elle comprend deux REP d'une puissance de 1450 MWe. Le réacteur 1 constitue l'INB 158, le réacteur 2 l'INB 159. Ce site dispose d'une des bases régionales de la FARN, créée en 2011 par EDF, à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima au Japon. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Civaux en matière de sûreté nucléaire, et de radioprotection se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF, et que ses performances en matière de protection de l'environnement rejoignent cette appréciation générale.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances sont en amélioration. L'ASN considère que les opérations de conduite des réacteurs sont globalement menées avec rigueur et que la centrale nucléaire est en capacité de prévenir, de détecter et de corriger des actions d'exploitation inappropriées. Toutefois, à plusieurs reprises, les règles qui définissent le domaine autorisé de fonctionnement de l'installation et les prescriptions de conduite associées n'ont pas été respectées. L'ASN considère que l'exploitant a maîtrisé la réalisation des activités de maintenance prévues au cours de l'arrêt pour rechargement du réacteur 1. L'ASN estime que ces progrès devront être consolidés en 2021 et en 2022 pour les deuxièmes visites décennales des réacteurs.

En matière de radioprotection, l'ASN considère que l'exploitant a obtenu des résultats satisfaisants pour la limitation de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants. L'exploitant a correctement évalué la dose collective reçue par l'ensemble des intervenants à l'occasion des opérations de maintenance et de rechargement du réacteur 1.

Dans le domaine de la protection de l'environnement, l'ASN a constaté les progrès de l'exploitant dans sa capacité à confiner un déversement accidentel de produits dangereux sur le site. Néanmoins, l'exploitant doit encore mettre en œuvre un bassin de confinement ultime permettant de confiner sur le site les déversements accidentels d'effluents et les eaux d'extinction d'un éventuel incendie.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire du Blayais (4 réacteurs de 900 MWe),
- la centrale nucléaire de Civaux (2 réacteurs de 1450 MWe);



p. 206

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 19 services de radiothérapie externe,
- 6 services de curiethérapie,
- 24 services de médecine nucléaire,
- 88 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 89 scanners,
- environ 6 000 appareils de radiologie médicale et dentaire;



p. 238

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 700 établissements industriels et de recherche, dont 50 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- 1 accélérateur de particules de type cyclotron,
- 67 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
- environ 500 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic;



p. 268

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 5 organismes pour le contrôle de la radioprotection,
- 8 organismes pour la mesure du radon,
- 4 laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que la maîtrise du risque lié à l'amiante par la centrale de Civaux est parfaite. Des enquêtes spécifiques ont été conduites après la survenue d'accidents du travail, notamment lors des travaux à forts enjeux de sécurité, réalisés dans l'espace entre les deux enceintes du bâtiment réacteur. Enfin, l'ASN a assuré un suivi particulier de la crise sanitaire, notamment lors du premier confinement, par sa présence sur le terrain, sa participation aux réunions extraordinaires du comité social et économique et en répondant aux sollicitations individuelles et collectives.



Région Occitanie

Les divisions de Bordeaux et de Marseille assurent conjointement le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans les 13 départements de la région [Occitanie](#).

En 2020, l'ASN a réalisé 91 inspections en région Occitanie, dont 49 inspections dans les INB, 36 inspections dans le nucléaire de proximité, 2 dans le domaine du transport de substances radioactives et 4 concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

Par ailleurs, l'ASN a réalisé 14,5 journées d'inspection du travail à la centrale nucléaire de Golfech.

Au cours de l'année 2020, 1 événement significatif classé au niveau 2 de l'échelle INES et 3 événements classés au niveau 1 ont été déclarés par les exploitants des installations nucléaires d'Occitanie.

Centrale nucléaire de Golfech

La centrale nucléaire de [Golfech](#), exploitée par EDF, est située dans le département de Tarn-et-Garonne, à 40 km à l'ouest de Montauban. Cette centrale est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe. Le réacteur 1 constitue l'INB 135, le réacteur 2 l'INB 142.

L'ASN considère que ses performances en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, malgré leur amélioration, sont en retrait par rapport à cette appréciation générale. L'ASN poursuivra ses contrôles rapprochés sur ces thématiques en 2021. L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Golfech en matière de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN a constaté des améliorations significatives, apportées par la mise en œuvre d'actions correctives de fond engagées à la suite de l'inspection de revue d'octobre 2019. Les inspections portant sur le thème de la conduite ont mis en évidence l'importance du travail réalisé par la centrale de Golfech pour renforcer la rigueur d'exploitation. Toutefois, l'ASN considère qu'une application plus rigoureuse des procédures par les intervenants et une meilleure préparation des activités auraient permis d'éviter la survenue de certains événements significatifs. De plus, dans le domaine de la maintenance et de la maîtrise des travaux liés aux arrêts de réacteur, l'ASN estime que le site doit rapidement améliorer son organisation afin d'assurer une meilleure

traçabilité des activités ainsi qu'une meilleure gestion des écarts et des aléas affectant les installations.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que la situation s'est améliorée par rapport à 2019, mais qu'elle demeure en deçà du niveau attendu. Les constats réalisés en inspection ainsi que les événements déclarés par la centrale de Golfech mettent en évidence une prise en compte insuffisante des règles élémentaires de radioprotection par les intervenants.

Dans le domaine de la protection de l'environnement, l'ASN considère que la centrale de Golfech a obtenu des résultats satisfaisants en matière de surveillance et de gestion des déchets. Le site doit toutefois finaliser sa stratégie pour confiner un déversement accidentel de produits dangereux dans certaines zones de son installation.

En matière d'inspection du travail, l'ASN a constaté des défauts dans le suivi réglementaire des installations électriques, et considère que la coordination des risques liés à l'interface entre différentes activités doit être améliorée. L'ASN considère que les résultats de sécurité des travailleurs ne sont pas satisfaisants à ce stade, mais note une dynamique d'identification, de remontée et de traitement des situations à risques pour chercher à améliorer cette situation. L'ASN a assuré un suivi particulier de la crise sanitaire, au travers de contrôles sur le terrain, d'une participation aux réunions extraordinaires du comité social et économique ainsi qu'en répondant aux sollicitations individuelles et collectives.



PLATEFORME DE MARCOULE

La plateforme nucléaire de [Marcoule](#) est située à l'ouest d'Orange, dans le département du Gard. Elle est dédiée, pour ce qui concerne ses six installations civiles, à des activités de recherche relatives à l'aval du « cycle du combustible » et à l'irradiation de matériaux, ainsi qu'à des activités industrielles, notamment concernant la fabrication de [combustible MOX](#), le traitement de déchets radioactifs et l'irradiation de matériaux. La majeure partie du site est en outre constituée d'installations nucléaires de base secrètes (INBS) dépendant du ministère de la défense.

CENTRE DU CEA DE MARCOULE

Créé en 1955, le centre CEA de Marcoule comporte trois installations civiles : les laboratoires Atalante (INB 148), la centrale Phénix (INB 71) et l'installation d'entreposage Diadem (INB 177).

Installation Atalante – Centre du CEA

Les Ateliers alpha et laboratoire pour analyses, transuraniens et études de retraitement (Atalante – [INB 148](#)), créés dans les années 1980, ont pour mission principale de mener des activités de recherche et développement en matière de recyclage des combustibles nucléaires, de gestion des déchets ultimes et d'exploration de nouveaux concepts pour les systèmes nucléaires de quatrième génération. Afin d'étendre ces activités de recherche, des aménagements ont été réalisés en 2017 pour accueillir des activités et des équipements provenant du Laboratoire d'études et de fabrications des combustibles avancés (Lefca) du centre CEA de Cadarache.

Une prise de position de l'ASN est prévue en 2021 sur la poursuite de fonctionnement de l'INB à l'issue de l'instruction du rapport de réexamen de l'installation remis en décembre 2016 et du plan d'action du CEA, intégrant notamment le renforcement de la maîtrise du risque incendie.

L'ASN a par ailleurs réalisé une analyse approfondie de [l'événement survenu le 19 décembre 2018](#), qui a conduit à l'éclatement d'un flacon contenant un liquide radioactif manipulé dans une boîte à gants. Cet événement avait blessé un intervenant. L'ASN a classé l'événement au niveau 1 sur l'échelle INES. En 2020, l'exploitant a détaillé le processus qu'il prévoit de mettre en œuvre pour l'autorisation de la réouverture du laboratoire concerné, fermé depuis l'incident. Le scénario d'intervention inclut notamment des opérations de neutralisation des réactifs et de reprise des déchets contenus dans la boîte à gants.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'INB 148 Atalante en 2020 est assez satisfaisant. Toutefois, l'ASN a constaté des manquements dans le domaine de la radioprotection relatifs à la précision des procédures et à leur appropriation par les travailleurs. La gestion des écarts, le suivi des actions mises en œuvre avec l'évaluation de leur efficacité, ainsi que la traçabilité des historiques de zonage radiologiques présentent également des lacunes et devront

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Golfech, constituée de 2 réacteurs de 1300 MWe,
- l'usine Melox de production de combustible nucléaire « MOX »,
- le centre de recherche du CEA Marcoule, qui inclut les INB civiles Atalante et Phénix, ainsi que le chantier de construction de l'installation d'entreposage de déchets Diadem,
- l'installation Centraco de traitement de déchets faiblement radioactifs,
- l'ionisateur industriel Gammatec,
- l'installation d'entreposage de déchets Écrin sur le site de Malvésii;

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 14 services de radiothérapie externe,
- 6 services de curiethérapie,
- 21 services de médecine nucléaire,
- 98 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 127 scanners,
- environ 5 000 appareils de radiologie médicale et dentaire;



p. 206

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 800 établissements industriels et de recherche, dont 4 accélérateurs de particules de type cyclotron, 27 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle et 77 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
- environ 560 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic;



p. 238

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;



p. 268

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 3 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement,
- 5 organismes pour la mesure du radon,
- 7 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

être améliorés. L'ASN considère que l'analyse des causes des événements présentant des facteurs sociaux, organisationnels et humains est insuffisamment documentée et ne permet pas d'apprécier la robustesse des dispositions mises en œuvre pour garantir le non-renouvellement des événements.

Dans le domaine de la conduite accidentelle, ainsi que pour l'organisation et les moyens de crise, l'ASN considère que d'importants efforts doivent être engagés afin de respecter les dispositions réglementaires en lien avec la gestion des situations d'urgence.

Appréciation du centre CEA de Marcoule

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection du centre CEA de Marcoule est globalement satisfaisant.

En matière de protection de l'environnement, le CEA a transmis en 2020 deux études prescrites par les décisions rejets des INB qui seront instruites :

- l'évaluation sanitaire et environnementale des rejets chimiques liquides et gazeux de la plateforme de Marcoule ;
- une étude technico-économique des dispositions pour éviter ou réduire le rejet d'eaux pluviales susceptibles d'être polluées. Cette étude intègre le projet de gare de routière au nord de l'INB Phénix.

L'exploitant a poursuivi de manière satisfaisante son plan d'action visant à mettre en conformité d'ici 2024 ses piézomètres avec les exigences de l'arrêté du 11 septembre 2003.

À la suite des inspections menées en 2020, l'ASN considère que la gestion des transports internes et la surveillance environnementale du centre de Marcoule sont assurées de manière satisfaisante.

Dans le domaine de la gestion de crise, l'ASN a autorisé la mise en œuvre du plan d'urgence interne, qui sera également soumise à l'approbation de l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND).

Des compléments à l'instruction des évaluations complémentaires de sûreté réalisées à la suite de l'accident la centrale nucléaire de Fukushima sont encore attendus et concernent notamment l'impact des travaux de renforcements prévus sur la tenue sismique des bâtiments de gestion de crise, et la justification de l'habitabilité et de l'accessibilité de ces locaux lors des différentes situations accidentelles rencontrées.

Enfin, concernant l'aléa sismique à considérer pour le centre de Marcoule, la caractérisation des « effets de site » particuliers, au sens de la RFS 2001-01, et propres à chaque installation du centre, fait l'objet d'une instruction technique en cours.

Centrale Phénix – Centre du CEA

La centrale Phénix ([INB 71](#)) est un réacteur surgénérateur de démonstration de la filière dite « à neutrons rapides », refroidi au sodium. Ce réacteur, d'une puissance électrique de 250 MWe, a été définitivement arrêté en 2009 et est en cours de démantèlement.

Le [démantèlement](#) est encadré dans ses grandes phases par le [décret n° 2016-739 du 2 juin 2016](#). La [décision n° 2016-DC-0564 de l'ASN du 7 juillet 2016](#) prescrit au CEA différents jalons et opérations de démantèlement.

L'évacuation des combustibles irradiés et la dépose d'équipements, malgré un rythme perturbé par des aléas, se sont poursuivies en 2020 conformément aux prescriptions de l'ASN

et aux engagements de l'exploitant, pris dans le cadre de son réexamen périodique et du passage en démantèlement de l'installation.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de la centrale Phénix est globalement satisfaisant. Des améliorations sont néanmoins attendues sur le respect de la décision environnement, l'optimisation du zonage déchets, les délais de mise en place des actions correctives et la conservation de la mémoire de l'installation. Le respect des délais de réponse aux demandes de l'ASN s'est amélioré en fin d'année 2020, cette amélioration est à poursuivre et maintenir.

La construction de l'installation NOAH, qui assurera le traitement du sodium de Phénix et d'autres installations du CEA, a progressé en 2020 et les essais de fonctionnement, préalables à la mise en service, se poursuivent.

Le scénario de référence du démantèlement de l'installation est en cours de redéfinition en lien avec la stratégie de démantèlement de l'ensemble des installations du CEA. Ces évolutions du scénario de référence conduiront à une demande de modification du décret, qui prescrit le démantèlement de la centrale avant fin 2023.

Installation Diadem – Centre du CEA

L'installation Déchets radioactifs irradiants ou alpha de démantèlement ([Diadem](#)), en cours de construction, sera dédiée à l'entreposage de conteneurs de déchets radioactifs émetteurs de rayonnement bêta et gamma, ou riches en émetteurs alpha, dans l'attente de la construction d'installations permettant le stockage de déchets à vie longue, ou de déchets de faible et moyenne activité à vie courte dont les caractéristiques – notamment le débit de dose – ne permettent pas l'acceptation en l'état dans le centre de stockage de l'Aube ([CSA](#)).

L'ASN estime que la conduite du chantier est satisfaisante malgré la crise sanitaire, dont l'impact sur le projet devra cependant être quantifié plus précisément. La gestion contractuelle des marchés est un point critique de l'avancement global du projet. Elle souligne que cette installation est appelée à jouer un rôle central dans la stratégie globale de démantèlement et de gestion des déchets du CEA, et qu'elle est la seule prévue pour l'entreposage de ce type de colis de déchets. Les opérations nécessaires à sa mise en service, aujourd'hui prévue en 2024, doivent ainsi constituer une priorité du CEA. Le dépôt d'une demande de modification du décret d'autorisation de création est prévu en 2021 à la suite du changement de la technologie de fermeture des colis.

Le CEA envisage par ailleurs de déposer les premières demandes d'accord de conditionnement, nécessaires pour la production des colis de moyenne activité à vie longue (MA-VL) qui seront entreposés dans l'installation, en 2021.



Usine Melox

L'[INB 151](#), dénommée Melox, créée en 1990 et exploitée par Orano, est une usine de production de combustible MOX, combustible constitué d'un mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'usine Melox est globalement satisfaisant.

Les barrières de confinement, sur lesquelles repose une grande partie de la démonstration de sûreté, sont efficaces et robustes. L'exploitant poursuit ses efforts pour traiter les ruptures de confinement qui peuvent survenir en conditions d'exploitation normales.

Les enjeux de radioprotection sont traités avec rigueur et l'exploitant poursuit ses chantiers permettant des gains dosimétriques dans le cadre du vieillissement des installations et de l'optimisation nécessaire des postes de travail. La dosimétrie du cristallin reste un sujet de préoccupation, notamment en ce qui concerne la mesure de l'exposition. Le travail de mise au point de lunettes radioprotégées ergonomiques et adaptées à la vue de chaque agent est terminé.

Le 24 juin 2020, l'exploitant a déclaré à l'ASN un [événement significatif de niveau 2 sur l'échelle INES](#) concernant un

dépassement de dose annuelle. L'analyse de l'exploitant n'a pas montré de dysfonctionnement technique ni de geste inapproprié de l'opérateur. Néanmoins, des actions correctives et études complémentaires vont être mises en œuvre, notamment en matière d'ergonomie du poste de travail. Le classement de cet événement pourra évoluer au vu des travaux complémentaires lancés relatifs à l'évaluation de la dose engagée.

L'ASN a autorisé en avril 2020 la mise à jour du référentiel de sûreté associée à l'instruction du rapport de réexamen remis en 2013. En octobre 2018, l'exploitant a soumis aux services de l'ASN un dossier d'orientation de réexamen périodique (DOR), dont il doit remettre le prochain rapport de conclusion en 2021. L'ASN a pris position sur ce DOR au second semestre 2020 et adressé à l'exploitant quelques demandes complémentaires.

Pour ce qui concerne le retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'exploitant a pu reprendre en septembre la construction du nouveau centre de crise après les difficultés rencontrées en 2020, d'ordres techniques, contractuelles et sanitaires. Pour pallier ce retard, l'exploitant a pris des mesures transitoires, notamment la mise en œuvre d'un centre de crise de repli.

Usine Centraco

L'[INB 160](#), dénommée Centraco et créée en 1996, est exploitée par la société Cyclife France, filiale à 100% d'EDF. L'usine Centraco a pour finalité de trier, décontaminer, valoriser, traiter et conditionner, en particulier en réduisant leur volume, des déchets et des effluents faiblement et très faiblement radioactifs. Les déchets issus de son procédé sont ensuite acheminés vers le CSA de l'Andra. L'installation est constituée :

- d'une unité de fusion, où sont fondus les déchets métalliques, pour un tonnage annuel maximal de 3500 tonnes;
- d'une unité d'incinération, où sont incinérés les déchets combustibles, pour un tonnage annuel maximal de 3000 tonnes de déchets solides et 2000 tonnes de déchets liquides;
- de capacités d'entreposage.

L'ASN considère que le niveau de sûreté et de radioprotection de l'installation est globalement satisfaisant. L'exploitant doit cependant améliorer le contenu de ses dossiers afin de répondre aux attentes de la réglementation. L'ASN estime que le management de la sûreté mis en place pendant la période de pandémie est globalement satisfaisant. Le suivi en service des équipements sous pression a été amélioré à la suite de l'inspection ayant eu lieu sur ce thème en 2019.

Une demande d'autorisation de modification du plan d'urgence interne a été transmise à l'ASN en 2020, en vue d'une mise en conformité avec les dispositions de la [décision n° 2017-DC-0592 du 13 juin 2017](#) relative aux obligations des exploitants d'INB en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence.

En mai 2020, un départ de feu s'est produit dans le sas d'introduction des déchets du four d'incinération de l'installation, dont la cause principale est un défaut matériel récurrent. Cet [événement a été classé au niveau 1 de l'échelle INES](#). L'exploitant déploie des mesures correctives afin d'en éviter le renouvellement.

Enfin, l'ASN a demandé, en août 2020, de nombreux compléments concernant le DOR transmis en mai 2019 relatif à la réalisation du prochain réexamen périodique de l'INB 160, dont le rapport a été déposé en février 2021.

Ionisateur Gammatec

La société Steris exploite depuis 2013 un irradiateur industriel, dénommé Gammatec ([INB 170](#)), qui assure le traitement de produits par ionisation (émission de rayonnement gamma) dans l'objectif de les stériliser ou d'améliorer les performances des matériaux. L'installation est constituée d'une casemate industrielle et d'une casemate expérimentale. Toutes les deux renferment des sources scellées de cobalt-60, qui assurent le rayonnement nécessaire à l'activité de l'installation.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'installation est globalement satisfaisant en 2020.

L'exploitant doit rester attentif au respect des prescriptions techniques de surveillance des rejets et transferts d'effluents ainsi qu'à la formalisation de l'ensemble des résultats des contrôles et essais périodiques réalisés.

Installation Écrin

L'[INB 175](#), dénommée Écrin, est située dans la commune de Narbonne, dans le département de l'Aude, au sein du site de Malvési, exploité par Orano, qui constitue la première étape du « cycle du combustible » (hors extraction de minerais). Le procédé de transformation produit des effluents liquides contenant des boues nitrées chargées en uranium naturel. L'ensemble de l'usine est soumis au régime des installations classées pour la protection de l'environnement Seveso seuil haut.

Deux bassins d'entreposages historiques de boues de l'usine constituent l'INB Écrin. Le classement de ces deux bassins comme INB est dû à la présence de traces de radioisotopes artificiels. Cette INB a été autorisée par [décret du 20 juillet 2015](#) pour l'entreposage de déchets radioactifs pour une durée de 30 ans.

L'installation Écrin a été mise en service par la [décision n°2018-DC-0645 de l'ASN du 12 octobre 2018](#). Cette autorisation a permis à l'exploitant de débuter en février 2019 les travaux définis dans le décret d'autorisation, qui se sont poursuivis en 2020 avec le début du remplissage de l'alvéole PERLE (Projet d'Entreposage Réversible des Lagunes dans l'INB Écrin). La mise en place d'une couverture bitumineuse sur les bassins de l'INB a également été engagée.

L'exploitant a annoncé en 2020 qu'il remettrait avec retard le bilan, prévu par l'article 7 du décret d'autorisation de création, relatif aux études de faisabilité des options de stockage en vue d'un stockage définitif des déchets radioactifs du site d'Orano Malvési.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement d'Écrin est satisfaisant.



Région Pays de la Loire

La division de Nantes assure le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région [Pays de la Loire](#).

En 2020, l'ASN a réalisé 37 inspections, dont 2 réalisées dans les installations de la société Ionisos (Pouzauges et Sablé-sur-Sarthe), 31 inspections dans le domaine du nucléaire de proximité, 3 inspections concernant des organismes agréés et 1 inspection dans le domaine du transport de substances radioactives.

En 2020, un événement significatif a été classé au niveau 1 sur l'échelle INES pour l'installation Ionisos de Pouzauges en raison d'un non-respect des règles générales d'exploitation.

Irradiateurs Ionisos

La société Ionisos exploite, sur les sites de Pouzauges (85) et de Sablé-sur-Sarthe (72), deux installations industrielles d'ionisation qui mettent en œuvre des sources radioactives scellées de haute activité de cobalt-60. Ces installations constituent respectivement les [INB 146](#) et [154](#).

Les rayonnements gamma émis servent à stériliser, à détruire les germes pathogènes ou à renforcer (par la réticulation) les propriétés techniques de certains polymères, en exposant les produits à ioniser (matériel médical à usage unique, conditionnements, matières premières ou produits finis destinés aux industries pharmaceutiques et cosmétiques, films d'emballage) pendant un laps de temps déterminé.

L'installation est constituée d'un bassin dans lequel les sources radioactives sont entreposées « sous eau » et surmonté d'une casemate où sont effectuées les opérations d'ionisation, de locaux d'entreposage des produits avant et après traitement, de bureaux et de locaux techniques.

L'ASN considère que l'exploitation de l'irradiateur à Sablé-sur-Sarthe se déroule de manière satisfaisante en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Concernant l'irradiateur à Pouzauges, l'ASN considère que l'exploitant fait preuve de transparence, toutefois un manque de rigueur d'exploitation a été constaté. En 2020, l'ASN a par ailleurs poursuivi l'instruction des rapports de réexamen périodique des deux irradiateurs. Plusieurs projets de modifications de l'installation de Pouzauges sont en cours d'instruction et l'ASN a autorisé la prolongation de la durée d'utilisation de sources scellées à Sablé-sur-Sarthe.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- l'irradiateur Ionisos de Sablé-sur-Sarthe,
- l'irradiateur Ionisos de Pouzauges;

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 7 services de radiothérapie,
- 2 unités de curiethérapie,
- 11 services de médecine nucléaire,
- 40 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 55 scanners,
- environ 2500 appareils de radiologie médicale et dentaire;



p. 206

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- 1 cyclotron,
- 26 sociétés de radiologie industrielle dont 10 prestataires en gammagraphie,
- environ 400 autorisations d'équipements industriels et de recherche;



p. 238

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;



p. 268

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 4 agences pour le contrôle de la radioprotection,
- 13 établissements pour la mesure du radon,
- 1 siège de laboratoire pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.



Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

La division de Marseille assure le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans les 6 départements de la région [Provence-Alpes-Côte d'Azur](#).

En 2020, l'ASN a réalisé 95 inspections en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), dont 52 inspections dans les INB, 38 inspections dans le nucléaire de proximité, 1 dans le domaine du transport de substances radioactives et 4 concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

Au cours de l'année 2020, aucun événement significatif classé au niveau 1 de l'échelle INES n'a été déclaré par les exploitants des installations nucléaires.

Dans le domaine du nucléaire de proximité, 2 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN (1 dans le domaine industriel et 1 dans le domaine médical).

SITE DE CADARACHE

Centre du CEA de Cadarache

Créé en 1959, le centre CEA de [Cadarache](#) se situe sur le territoire de la commune de Saint-Paul-lez-Durance, dans le département des Bouches-du-Rhône et occupe une superficie de 1 600 hectares. Ce site concentre principalement son activité sur l'énergie nucléaire et est dédié, pour ce qui concerne ses installations civiles en fonctionnement, à la recherche et au développement pour le soutien et l'optimisation des réacteurs existants et à la conception de systèmes de nouvelle génération.

Les INB situées dans le centre sont :

- l'installation Pégase-Cascad (INB 22);
- le réacteur de recherche Cabri (INB 24);
- le réacteur de recherche Rapsodie (INB 25);
- la station de traitement des déchets solides (STD – INB 37-A);
- la station de traitement des effluents actifs (STE – INB 37-B);
- l'Atelier de technologie du plutonium (ATPu – INB 32);
- le réacteur de recherche Masurca (INB 39);
- le réacteur de recherche Éole (INB 42);
- les Ateliers de traitement de l'uranium enrichi (ATUe – INB 52);
- le Magasin central de matières fissiles (MCMF – INB 53);
- le Laboratoire de purification chimique (LPC – INB 54);
- le Laboratoire de haute activité LECA-STAR (INB 55);
- le parc d'entreposage des déchets radioactifs solides (INB 56);
- le réacteur de recherche Phébus (INB 92);
- le réacteur de recherche Minerve (INB 95);
- le Laboratoire d'études et de fabrications des combustibles avancés – Lefca (INB 123);
- le laboratoire Chicade (INB 156);
- l'installation d'entreposage Cedra (INB 164);

- le magasin d'entreposage Magenta (INB 169);
- l'Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents (Agate – INB 171);
- le réacteur Jules Horowitz (RJH – INB 172) en construction.

Sur le centre de Cadarache, 10 installations sont définitivement arrêtées, 10 installations sont en fonctionnement et une installation est en construction. Le centre CEA de Cadarache assure l'exploitation de nombreuses installations, de nature variée et aux enjeux de sûreté divers. L'ASN a en outre engagé, poursuivi ou finalisé l'instruction des dossiers d'orientation de réexamen périodique ou des rapports de réexamen, en cours pour 17 des 21 installations : Pégase-Cascad, Cabri, Rapsodie, STD, STE, ATPu, Éole, ATUe, MCMF, LPC, STAR, le parc d'entreposage, Phébus, Minerve, Chicade, Cedra et Magenta. Dans l'instruction de ces rapports, l'ASN est particulièrement attentive à la robustesse des plans d'action proposés et déployés. Elle veille à la mise en conformité des installations par rapport à la réglementation applicable et à l'efficacité de la maîtrise des risques et inconvénients.

Installation Pégase-Cascad – Centre du CEA

Le réacteur Pégase ([INB 22](#)) a été mis en service en 1964, puis exploité une dizaine d'années sur le site de Cadarache. Par [décret du 17 avril 1980](#), le CEA a été autorisé à réutiliser l'installation Pégase pour entreposer des substances radioactives, en particulier des éléments combustibles irradiés en piscine.

Cette installation, qui ne répond pas aux exigences de sûreté actuelles des installations d'entreposage, n'a plus reçu de substances radioactives à des fins d'entreposage



depuis 2008. Bien qu'une grande partie des matières entreposées ait été évacuée de l'installation, le CEA accuse un retard significatif pour certaines opérations de désentreposage prescrites initialement pour 2018 dans la [décision n° CODEP-CLG-2017-006524 du président de l'ASN du 10 février 2017](#). Cette échéance a été révisée dans la [décision n° CODEP-CLG-2020-062379 du président de l'ASN du 21 décembre 2020](#) relative au réexamen de sûreté de l'installation qui prescrit les échéances des étapes les plus proches concernant ces actions d'évacuation avant 2025. Les échéances de désentreposage les plus lointaines, prévues d'ici 2035, relèveront de l'application du futur décret de démantèlement de l'installation Pégase.

Le CEA a déposé en 2019 un dossier de démantèlement pour la partie Pégase de l'INB 22, en cours d'instruction.

L'installation [Cascad](#), autorisée par le [décret du 4 septembre 1989](#) modifiant l'installation Pégase et exploitée depuis 1990, est pérenne et dédiée à l'entreposage à sec, dans des puits, de combustible irradié.

Le décret d'autorisation de création de l'installation prévoit que l'ASN autorise l'entreposage des combustibles dans Cascad par période de 10 ans. Dans le cadre de sa dernière demande de renouvellement d'autorisation envoyée en 2014, le CEA avait informé l'ASN de son objectif de désentreposer une partie de ces combustibles avant fin 2023 en vue de leur retraitement dans l'usine de La Hague. Ces évacuations ont débuté fin 2020.

L'ASN dresse un bilan globalement satisfaisant de la sûreté nucléaire et de la radioprotection des installations Pégase et Cascad pour l'année 2020. Elle relève notamment des améliorations au niveau du suivi des plans d'action issus du dernier réexamen des installations de 2017, mais reste attentive aux délais prescrits pour les différentes opérations de désentreposage.

Réacteur de recherche Cabri – Centre du CEA

Le réacteur Cabri ([INB 24](#)), créé le 27 mai 1964, est destiné à la réalisation de programmes expérimentaux visant à une meilleure compréhension du comportement du combustible nucléaire en cas d'accident de réactivité. Le réacteur est équipé d'une boucle à eau sous pression depuis 2006, afin d'étudier le comportement du combustible à taux de combustion élevé en situations accidentelles d'augmentation de la réactivité dans un REP. Depuis janvier 2018, le CEA mène un programme d'essais dénommé « CIP » (*Cabri International Program*), qui avait été engagé au début des années 2000 et a nécessité d'importants travaux de modification de l'installation et de mise à niveau en terme de sûreté.

L'exploitant a déclaré à l'ASN le 25 septembre 2020, un événement significatif portant sur une fuite détectée et collectée au niveau de l'enveloppe du circuit « eau du cœur ». Cet événement et les dispositions compensatoires proposées par le CEA sont en cours d'examen par l'ASN, notamment leurs implications sur la sûreté du réacteur et la protection de l'environnement.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- le centre de recherche du CEA Cadarache qui compte 21 INB civiles, dont le réacteur Jules Horowitz en cours de construction,
- le chantier de construction de l'installation ITER, attenant au centre CEA de Cadarache,
- l'ionisateur industriel Gammaster ;



p. 206

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 13 services de radiothérapie externe,
- 3 services de curiethérapie,
- 17 services de médecine nucléaire,
- 112 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 105 scanners,
- environ 8 200 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



p. 238

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 400 établissements industriels et de recherche, dont 3 accélérateurs de particules de type cyclotron et 20 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- environ 465 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic ;



p. 268

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 2 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement,
- 1 organisme pour la mesure du radon,
- 6 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

Le dossier de réexamen périodique de l'installation remis fin 2017 est en cours d'instruction par l'ASN.

L'instruction de la demande de modification de son décret d'autorisation déposé en 2019 afin d'effectuer des irradiations de matériels électroniques s'est poursuivie en 2020. Le prochain cycle d'essais est prévu en 2021.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'installation est globalement satisfaisant.

Réacteur de recherche Rapsodie

– Centre du CEA

Le réacteur Rapsodie ([INB 25](#)) est le premier réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium construit en France. Il a fonctionné de 1967 à 1978. Un défaut d'étanchéité de la cuve du réacteur a conduit à son arrêt définitif en 1983. Des opérations de démantèlement ont été entreprises par la suite, mais ont été, en partie, arrêtées consécutivement

à un accident mortel survenu en 1994 lors du lavage d'un réservoir de sodium. Le cœur est actuellement déchargé, les combustibles ont été évacués de l'installation, les fluides et les composants radioactifs ont été éliminés et la cuve du réacteur est confinée. La piscine du réacteur a été vidée, partiellement assainie et démantelée, et les déchets contenant du sodium évacués.

L'exploitant poursuit ses travaux d'assainissement et de préparation au démantèlement. L'ASN a poursuivi en 2020 l'instruction du dossier de démantèlement et a rendu un avis sur un projet de décret encadrant cette prochaine phase de vie du réacteur, et qui fixe également un nouveau périmètre pour l'installation.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de cette installation est globalement satisfaisant en 2020, notamment concernant l'organisation mise en place pour suivre et traiter les écarts.

Station de traitement des déchets solides

– Centre du CEA

L'INB 37 du CEA de Cadarache comportait historiquement la STE et la station de traitement des déchets (STD), regroupées en une unique installation. Le CEA souhaitant pérenniser la STD et procéder à l'arrêt définitif de la STE, l'INB 37 a été séparée en deux INB: [37-A \(STD\)](#) et [37-B \(STE\)](#), par décisions [n° CODEP-DRC-2015-027232](#) et [n° CODEP-DRC-2015-027225](#) de l'ASN du 9 juillet 2015. Ces enregistrements ont été réalisés consécutivement à la définition des périmètres de ces deux INB par [arrêtés du 9 juin 2015](#).

La STD constitue à ce jour la seule INB civile du CEA autorisée à réaliser le conditionnement des déchets radioactifs de moyenne activité à vie longue (MA-VL) avant leur entreposage dans l'installation Cedra ([INB 164](#)), dans l'attente d'une expédition vers une installation de stockage en couche géologique profonde. Cette situation particulière rend la STD incontournable dans la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets au CEA.

La poursuite de fonctionnement de la STD nécessite des travaux de rénovation en vue de sa pérennisation, qui ont été prescrits par [décision n° CODEP-CLG-2016-015866 du président de l'ASN du 18 avril 2016](#). L'ASN instruit actuellement le projet de renforcement significatif « Pagode », qui présente des enjeux particuliers, notamment concernant le génie civil.

Au vu de l'avancement du projet, le CEA a annoncé qu'il ne serait pas en mesure de respecter la date de 2021 prescrite pour l'achèvement de ce projet. Le report de cette échéance fera l'objet d'une demande officielle. Dans l'attente, des mesures compensatoires, portant notamment sur la limitation des quantités de substances radioactives dans l'installation et la protection contre l'incendie, sont appliquées.

Concernant la [chute d'un colis de déchets](#) survenue en octobre 2017, l'analyse des causes profondes de l'événement, prescrite par l'ASN, a été réalisée par les services centraux du CEA. Cette analyse fait l'objet d'un suivi de l'ASN. Les points sur lesquels portait la mise en demeure ont été respectés, ainsi que la plupart des prescriptions. Une inspection de 2020 sur

le thème « gestion des déchets » a cependant montré que la culture de sûreté de l'exploitant devait encore progresser.

Le dossier de demande d'autorisation de reprise du colis en fond de puits a été déposé en 2020 et est en cours d'instruction. Il conditionne la reprise des activités dans le puits.

Le niveau de sûreté et de radioprotection de l'installation, intégrant le plan d'action nécessaire à l'amélioration de la culture de sûreté et la rigueur d'exploitation, est assez satisfaisant.

Le CEA a transmis, le 23 septembre 2020, la note d'orientation du prochain réexamen périodique de la STD, dont le rapport sera transmis en 2022. L'exploitant devra finaliser au plus tôt les actions résultant du dernier réexamen encore non soldées en 2020.

Par ailleurs, l'ASN reste attentive à ce que les analyses présentées dans les comptes-rendus des événements significatifs et les réponses à ses lettres de suite soient les plus complètes possible.

Station de traitement des effluents actifs

– Centre du CEA

La STE ([INB 37-B](#)) est à l'arrêt depuis le 1^{er} janvier 2014. Le CEA a sollicité une modification de prescription pour obtenir un report de l'échéance de remise du dossier de démantèlement de cette installation, compte tenu, notamment, de la complexité de l'installation et du temps nécessaire à la caractérisation des sols et des équipements avant que le démantèlement ne soit engagé. Cette demande de report est en cours d'instruction par l'ASN.

Le dossier de réexamen de la STE a été transmis à l'ASN le 30 octobre 2017 et son instruction s'est poursuivie en 2020.

Après la découverte de la présence de radionucléides artificiels en dehors des zones identifiées, l'exploitant déploie un plan d'action qui a fait l'objet d'échanges en 2020, visant à améliorer la gestion des eaux pluviales.

Le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'INB 37-B est globalement satisfaisant.

Atelier de technologie du plutonium et Laboratoire de purification chimique

– Centre du CEA

L'ATPu ([INB 32](#)) assurait la production d'éléments combustibles à base de plutonium, destinés aux réacteurs à neutrons rapides ou expérimentaux à partir de 1967, puis, de 1987 à 1997, aux REP utilisant du combustible MOX. Les activités du LPC ([INB 54](#)) étaient associées à celles de l'ATPu: contrôles physico-chimiques et examens métallurgiques, traitement des effluents et déchets contaminés. Les deux installations ont été arrêtées en 2003 et sont en cours de démantèlement.

À la suite de la période de crise sanitaire, le planning des opérations de démantèlement a été revu:

- sur l'ATPu: l'évacuation des déchets et matières des installations a été moins importante que prévue, notamment l'évacuation des fûts riches en radionucléides émetteurs alpha issus de l'INB 56;



- sur le LPC: à la suite des campagnes de mesures réalisées et de l'obtention consécutive d'une autorisation de gestion simplifiée de la criticité sur le chantier en début d'année, les opérations de dépose du procédé de cryotraitement ont pu reprendre.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de ces installations en 2020 est globalement satisfaisant. Bien que des améliorations aient été constatées sur la gestion des déchets de l'installation, des progrès sont encore attendus notamment sur le respect du plan de démantèlement.

Réacteur de recherche Masurca – Centre du CEA

Le réacteur Masurca (INB 39), dont la création a été autorisée par [décret du 14 décembre 1966](#), était destiné aux études neutroniques, principalement pour les cœurs de la filière des réacteurs à neutrons rapides, et au développement de techniques de mesures neutroniques. Le réacteur est à l'arrêt depuis 2007.

L'arrêt définitif de l'installation a été déclaré par le CEA le 31 décembre 2018. L'exploitant a transmis le dossier de démantèlement de l'installation en décembre 2020.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de Masurca en 2020 est globalement satisfaisant.

Réacteurs de recherche Éole et Minerve

– Centre du CEA

Les réacteurs expérimentaux Éole et Minerve sont des maquettes critiques, de très faible puissance (moins d'1 kW), qui permettaient la réalisation d'études neutroniques, en particulier pour l'évaluation de l'absorption des rayons gammas ou des neutrons par les matériaux.

Le réacteur Éole (INB 42), dont la création a été autorisée par [décret du 23 juin 1965](#), était principalement destiné à l'étude neutronique des réseaux modérés, en particulier ceux des réacteurs à eau sous pression et à eau bouillante. Le réacteur Minerve (INB 95), dont le transfert du centre d'études de Fontenay-aux-Roses vers le centre d'études de Cadarache a été autorisé par [décret du 21 septembre 1977](#), est situé dans le même hall que le réacteur Éole. Des activités d'enseignement et de recherche ont eu lieu sur ces maquettes jusqu'à leur arrêt définitif le 31 décembre 2017.

Le CEA a transmis à l'ASN le rapport de réexamen des installations Éole et Minerve en février 2020. L'ASN a poursuivi en 2020 l'instruction des dossiers de démantèlement de ces réacteurs.

Dans l'attente du démantèlement, l'évacuation des matières radioactives prescrites par la [décision n° CODEP-CLG-2016-049370 de l'ASN du 16 décembre 2016](#) a eu lieu avant la date butoir de fin 2020.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection des réacteurs Éole et Minerve, en 2020, est globalement satisfaisant. L'installation rend compte semestriellement à l'ASN de l'avancée de ses opérations préparatoires au démantèlement pour justifier du respect du planning prévu.

Ateliers de traitement de l'uranium enrichi

– Centre du CEA

De 1963 à 1995, les ATUe (INB 52) assuraient la conversion en oxyde fritté de l'hexafluorure d'uranium (UF₆) en provenance des usines d'enrichissement et effectuaient le retraitement chimique des déchets de fabrication des éléments combustibles. Le démantèlement de cette installation a été autorisé par décret en [février 2006](#).

L'exploitant accuse des retards importants dans ces opérations de démantèlement, notamment en raison de la mauvaise évaluation préalable de l'état radiologique de l'installation. L'exploitant a ainsi, à plusieurs reprises, sollicité une modification de son décret de démantèlement pour prendre en compte l'état radiologique réel de l'installation. L'ASN a rendu, fin 2020, un avis sur un projet de décret de démantèlement modificatif destiné à actualiser l'encadrement réglementaire des dernières étapes du démantèlement de cette installation.

En 2020, le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection des ATUe est globalement satisfaisant. Les seules activités de l'installation sont aujourd'hui les opérations de maintenance et de contrôle périodique et réglementaires.

Magasin central de matières fissiles

– Centre du CEA

Créé en 1968, le MCMF (INB 53) était un magasin d'entreposage d'uranium enrichi et de plutonium, jusqu'à sa mise à l'arrêt définitif et l'évacuation de l'ensemble de ses matières nucléaires le 31 décembre 2017. L'exploitant a déposé son dossier de démantèlement en novembre 2018, qui est en cours d'instruction par l'ASN.

Les opérations préparatoires au démantèlement engagées dès 2018, notamment la mise en œuvre de caractérisations chimiques et radiologiques de l'installation, se sont poursuivies en 2020. L'ASN a également autorisé, par [décision n° CODEP-MRS-2020-023523 du 3 avril 2020](#), les opérations de dépotage et de dégazage des cuves de fioul nécessaires à l'alimentation du groupe électrogène fixe de l'installation, en vue de procéder à son arrêt.

Par ailleurs, une inspection concernant la méthodologie de réalisation du réexamen de l'installation est venue compléter l'instruction en cours du rapport de réexamen de l'INB 53, remis en octobre 2017.

Laboratoire de haute activité LECA-STAR

– Centre du CEA

Le Laboratoire d'examen des combustibles actifs (LECA – INB 55) et la Station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement (STAR), extension du LECA, constituent des outils d'expertise du CEA pour l'analyse des combustibles irradiés. Mis en service en 1964, le LECA permet au CEA de réaliser des examens destructifs et non destructifs sur des combustibles irradiés de la filière électronucléaire, de recherche et de la propulsion navale. L'installation étant ancienne, elle a été partiellement renforcée au début des années 2010 pour renforcer sa tenue au séisme.

L'ASN a pris le 10 juillet 2020 une [décision n° CODEP-CLG-2020-036269](#) fixant les prescriptions applicables au LECA, au vu des conclusions de son réexamen périodique, qui conditionne la poursuite de fonctionnement à la limitation du terme source mobilisable de l'installation en situation accidentelle ainsi qu'à la réalisation de travaux pour l'amélioration de la maîtrise des risques liés au séisme, à l'incendie, à la foudre et à l'inondation. Le CEA avait identifié en 2019 les renforcements nécessaires pour garantir la stabilité du LECA à un séisme de niveau d'intensité équivalente au séisme maximal historiquement vraisemblable. Ces dispositions seront à mettre en œuvre avant fin 2023.

Mise en service en 1999, l'installation STAR est une extension du laboratoire LECA, conçue pour la stabilisation et le reconditionnement des combustibles irradiés.

Le CEA a transmis à l'ASN le rapport de réexamen de STAR en février 2018, il est actuellement en cours d'instruction.

À la suite des inspections menées en 2020, l'ASN reste vigilante sur la bonne prise en compte des facteurs sociaux, organisationnels et humains dans l'exploitation de l'installation ainsi que sur le respect des engagements pris dans le cadre des inspections et du traitement des événements significatifs.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'INB 55 en 2020 est globalement satisfaisant.

Parc d'entreposage des déchets radioactifs solides – Centre du CEA

L'[INB 56](#), déclarée en janvier 1968 pour le stockage de déchets, assure l'entreposage de déchets solides radioactifs historiques du centre de Cadarache. Elle comprend 3 piscines, 6 fosses, 5 tranchées et des hangars, qui contiennent notamment des déchets MA-VL provenant du fonctionnement ou du démantèlement d'installations du CEA. L'INB 56 fait partie des priorités identifiées par le CEA dans sa nouvelle stratégie de démantèlement et de gestion des déchets.

En dehors du premier confinement, les opérations de reprise des déchets contenus dans les fosses récentes et de désentreposage des hangars se sont poursuivies.

Dans le cadre de la phase préparatoire à la reprise des déchets dits « moyennement irradiants », le CEA poursuit la caractérisation de la composition des déchets, opération qui fait l'objet d'une demande d'autorisation auprès de l'ASN, aujourd'hui en cours d'instruction.

Concernant la protection de l'environnement, le dernier réexamen périodique de l'installation a mis en évidence un besoin d'amélioration de la surveillance des nappes situées sous l'installation. Dans ce cadre, le CEA a commencé l'installation de nouveaux piézomètres en 2020. Un plan d'action relatif à l'amélioration de la gestion des eaux pluviales sur l'installation est par ailleurs actuellement en cours de déploiement pour assurer le respect de la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#).

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'INB 56 est satisfaisant. Des améliorations ont notamment été constatées dans le suivi des engagements pris envers l'ASN.

Réacteur de recherche Phébus – Centre du CEA

Le réacteur Phébus ([INB 92](#)) est un réacteur expérimental de type piscine, d'une puissance de 38 MWth, qui a fonctionné de 1978 à 2007. Ce réacteur était destiné à l'étude des accidents graves des réacteurs de la filière à eau légère, ainsi qu'à la définition de procédures opératoires visant à éviter la fusion du cœur ou à en limiter les conséquences.

L'exploitant a déposé son dossier de réexamen périodique de sûreté en octobre 2017 et son dossier de démantèlement en février 2018. Ces deux dossiers sont actuellement en cours d'instruction.

En 2020, les opérations préparatoires au démantèlement se sont poursuivies avec notamment l'évacuation de sources sans emploi et des opérations de caractérisation de certains équipements, à la suite de l'évacuation des combustibles irradiés du réacteur, achevée en 2019. Toutefois, l'évacuation des matières non irradiées, initialement prévue en 2020, a été reportée à 2021 en raison de la situation sanitaire.

L'ASN dresse un bilan satisfaisant de la sûreté nucléaire et de la radioprotection de l'installation Phébus en 2020.

Laboratoire d'études de fabrications expérimentales de combustibles nucléaires avancés – Centre du CEA

Le Lefca ([INB 123](#)), mis en service en 1983, était un laboratoire chargé de la réalisation d'études sur le plutonium, l'uranium, les actinides et leurs composés, visant à la compréhension du comportement de ces matériaux en réacteur et dans les différentes étapes du « cycle du combustible ». En 2018, le Lefca a finalisé le transfert, vers les laboratoires d'Atalante ([INB 148](#)) de Marcoule, d'une partie de ses matériels de recherche et développement pour préparer l'arrêt de ses activités.

Le CEA a transmis la déclaration d'arrêt définitif de l'installation en avril 2019. Le dossier de démantèlement devrait ainsi être remis en 2021.

Conformément à la [décision n° 2017-DC-0597 de l'ASN du 11 juillet 2017](#), le CEA a transmis début 2020 à l'ASN une mise à jour de l'étude d'impact de l'installation.

En 2020, l'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'installation est globalement satisfaisant. La surveillance des intervenants extérieurs ainsi que le suivi des charges calorifiques ont été améliorés à la suite des inspections réalisées sur ces thèmes en 2019.



Laboratoire Chicade – Centre du CEA

L'installation Chicade (INB 156) réalise, depuis 1993, des travaux de recherche et développement sur des objets et déchets de faible et moyenne activité, principalement :

- la caractérisation, destructive ou non destructive, d'objets radioactifs, de colis d'échantillons de déchets et d'objets irradiants;
- le développement et la qualification de systèmes de mesures nucléaires;
- le développement de méthodes d'analyses chimiques et radiochimiques, ainsi que leur mise en œuvre;
- l'expertise et le contrôle de colis de déchets conditionnés par les producteurs de déchets.

L'ASN estime que le niveau de Chicade en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection est globalement satisfaisant. Concernant la protection de l'environnement, le CEA doit s'engager à transmettre une demande de modification du décret de création de l'installation pour prendre en compte des rejets gazeux de tritium, non prévus dans son référentiel.

L'instruction du rapport de conclusion du réexamen transmis en 2017 s'est poursuivie en 2020, avec la transmission par l'exploitant d'une série d'engagements pour améliorer la sûreté de l'installation.

L'instruction de la demande d'accord de conditionnement pour la constitution de colis moyennement irradiant «870 L vrac source», déposée en juin 2017, n'a pas permis à l'ASN de se prononcer sur un éventuel accord. Un programme de qualification pour ce type de colis doit être finalisé pour avril 2021, et une justification du nombre de colis qui sera produit lors de la phase de développement du procédé doit être apportée afin de garantir le respect du décret d'autorisation de création de l'installation.

Installation d'entreposage Cedra

– Centre du CEA

L'installation Cedra (INB 164) assure, depuis 2006, l'entreposage des colis de déchets MA-VL dans l'attente de l'ouverture de filières de stockage appropriées. Le CEA anticipe une saturation de cette installation d'entreposage à l'horizon 2027. Les études concernant un projet de doublement de la capacité d'entreposage ont débuté en 2020.

L'ASN considère que les principales étapes de ce projet doivent être mieux définies et estime nécessaire que le CEA anticipe l'ensemble des démarches pour pouvoir disposer des capacités d'entreposage nécessaires à la gestion globale des déchets du CEA.

Le CEA a transmis à l'ASN le rapport de réexamen périodique de l'installation en novembre 2017, il est en cours d'instruction. Des compléments ont été demandés, notamment sur l'examen de conformité du référentiel de l'installation et le plan d'action.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de Cedra est globalement satisfaisant.

Magasin d'entreposage Magenta

– Centre du CEA

L'installation Magenta (INB 169), qui remplace le MCMF, en démantèlement, est dédiée, depuis 2011, à l'entreposage de matières fissiles non irradiées, ainsi qu'à la caractérisation, par des mesures non destructives, des matières nucléaires réceptionnées.

La mise en service des boîtes à gants, refusée en 2019 par l'ASN, n'a pas fait l'objet d'une nouvelle demande en 2020. Ces boîtes à gants sont prévues pour les interventions sur les matières uranifères et plutonifères de l'installation, notamment pour procéder au reconditionnement de matières fissiles et permettre une meilleure caractérisation de certaines matières.

L'ASN considère que l'installation doit encore améliorer la rigueur d'exploitation, plus spécifiquement le suivi des éléments importants pour la protection et de leurs modifications.

Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents – Centre du CEA

L'installation Agate (INB 171), mise en service en 2014 en remplacement de l'INB 37-B aujourd'hui à l'arrêt, a pour fonction de concentrer par évaporation des effluents liquides aqueux radioactifs contenant majoritairement des radionucléides émetteurs bêta et gamma.

L'ASN considère que la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement sont assurées à un niveau globalement satisfaisant dans l'installation Agate. Le CEA a annoncé en décembre 2020 que l'évaporateur d'Agate serait indisponible, à la suite d'une panne sur la production de vapeur, pour une période pouvant aller de 6 mois à 1 an. L'ASN souligne que cette installation joue un rôle central dans la gestion des effluents du CEA et constitue, à ce titre, une installation sensible dans la stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets du CEA.

Projet de réacteur Jules Horowitz

– Centre du CEA

Le réacteur Jules Horowitz, RJH (INB 172), en cours de construction depuis 2009, est un réacteur de recherche à eau sous pression dont l'objectif est d'étudier le comportement des matériaux sous irradiation et des combustibles des réacteurs de puissance. Il permettra également de produire des radionucléides artificiels destinés à la médecine nucléaire. Sa puissance est limitée à 100 MWth.

Durant l'année 2020, le montage des équipements de la piscine réacteur (RER) s'est poursuivi, avec notamment l'insertion du caisson cœur (partie centrale du bloc-pile) en fin d'année. Plusieurs équipements ont également été introduits dans les différents bâtiments de l'installation (aéroréfrigérants, transbordeur, cuves et circuits de fioul). Le cuvelage des piscines et canaux du bâtiment des annexes nucléaires est toujours en cours.

En 2020, le CEA a procédé à une importante réorganisation du projet RJH, avec la constitution d'une équipe intégrant maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre, sous l'autorité du CEA, afin d'apporter plus d'efficacité au suivi et à la réalisation du projet.

L'ASN estime que les compétences issues des équipes initiales sont maintenues à travers la nouvelle organisation. En revanche, celle-ci a eu des conséquences vis-à-vis des exigences en matière d'évaluation de conformité pour les ensembles comprenant des équipements sous pression nucléaires. Ceci a conduit le CEA à formuler une demande d'aménagement de certaines exigences auprès de l'ASN, qui a accédé à cette demande pour certains équipements seulement.

Enfin, le CEA a identifié une problématique technique au cours de l'année 2020, lors des essais de qualification de certains équipements internes du bloc-pile. Des problématiques d'usure et de vibrations excessives à l'extrémité de ces composants ont été constatées. En conséquence, le CEA a constitué un groupe de travail spécifique pour résoudre cette difficulté. Les solutions techniques pourraient avoir pour conséquence des modifications de conception et la révision des études de sûreté correspondantes.

L'ASN considère que le chantier de construction du RJH est géré de manière satisfaisante par le CEA et que la gestion et le traitement des écarts sont réalisés avec rigueur et efficacité.

Appréciation du centre CEA de Cadarache

En 2020, l'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire du centre CEA de Cadarache est globalement satisfaisant. La mise à l'arrêt et la reprise des activités des installations à la suite de la première période de confinement de mars à mai 2020 ont été réalisées de manière satisfaisante.

L'ASN considère que l'exploitation des INB est réalisée de manière globalement satisfaisante, en particulier la maîtrise de l'état des matériels, le respect du référentiel d'exploitation et la gestion des déchets. Des améliorations sont toutefois attendues concernant l'analyse approfondie des événements significatifs et la gestion de l'obsolescence de certains matériels EIP. Le CEA fait par ailleurs évoluer son système de gestion des charges calorifiques dans les INB afin de prendre en compte les manquements récurrents sur ce sujet.

Le management de la sûreté nucléaire est globalement satisfaisant, mais, comme en 2019, l'ASN considère que le partage du retour d'expérience et des bonnes pratiques entre installations, ainsi que la gestion des écarts, doivent être améliorés. En outre, la surveillance des prestataires et sous-traitants par l'exploitant apparaît contrastée, certaines INB demeurant en retrait sur le sujet.

L'ASN considère que l'organisation mise en place pour la réalisation des réexamens périodiques des installations est globalement satisfaisante. L'appropriation des résultats d'études ou les moyens humains accordés à leur réalisation apparaissent néanmoins hétérogènes d'une INB à l'autre. L'ASN sera attentive à la déclinaison des plans d'action de réexamen des INB, notamment à la réalisation des travaux identifiés dans les réexamens. Le CEA devra également mettre en place des mesures compensatoires lorsque des actions subissent un retard, qu'il soit dû à la crise sanitaire, à des difficultés techniques particulières ou à la priorisation établie dans le cadre de sa stratégie générale de démantèlement et de gestion des déchets.

Cette stratégie, sur laquelle l'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) ont pris position, induit

des évolutions des projets de rénovation d'installations et de construction d'installations neuves pour le centre CEA de Cadarache, au profit de certains chantiers de démantèlement prioritaires. Le CEA doit maintenir un bon niveau d'exploitation des installations en fonctionnement, tout en assurant l'avancement des projets prioritaires de démantèlement et de reprise et conditionnement de déchets historiques.

En matière de gestion des situations d'urgence, l'ASN considère que, malgré les progrès constatés sur certaines INB concernant la mise en conformité avec la décision n° 2017-DC-0592, l'organisation mise en œuvre pour la gestion des situations d'urgence nécessite des améliorations, particulièrement sur le suivi des formations et la participation à des exercices de crise.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN considère que la situation du centre du CEA est satisfaisante. Une optimisation des sauts de zone et du positionnement du matériel de contrôle radiologique apparaît toutefois nécessaire dans certaines INB.

L'ASN constate que le niveau de protection de l'environnement est assez satisfaisant. Concernant la surveillance des rejets, des améliorations sont attendues pour le suivi de la représentativité des échantillons de mesure et la prise en compte des incertitudes métrologiques dans l'exploitation des données. Une demande nationale a été adressée en ce sens à l'ensemble des INB du CEA. Par ailleurs, des améliorations sont attendues concernant l'application de la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) aux entreposages de produits dangereux ou radiologiques.

Enfin, le laboratoire effectuant les analyses des prélèvements pour les paramètres non radiologiques, non conformes à la [norme 17025](#), a mis en œuvre des dispositions compensatoires pour la poursuite des activités de mesures.



ITER

L'installation ITER ([INB 174](#)), en cours de construction depuis 2010 sur le site de Cadarache et attenante aux installations du CEA, sera un réacteur expérimental de fusion, dont l'objectif est la démonstration scientifique et technique de la maîtrise de l'énergie de fusion thermonucléaire obtenue par confinement magnétique d'un plasma de deutérium-tritium, lors d'expériences de longue durée avec une puissance significative (puissance de 500 MW développée pendant 400 secondes). Ce projet international bénéficie du soutien financier de la Chine, de la Corée du Sud, des États-Unis, de l'Inde, du Japon, de la Russie et de l'Union européenne, qui fournissent en nature certains équipements du projet.

Les quantités importantes de tritium qui seront mises en jeu dans cette installation, le flux neutronique intense, ainsi que l'activation des matériaux qui en résulte constituent des enjeux particuliers du point de vue de la radioprotection et représenteront de véritables défis pour la gestion sûre des déchets pendant l'exploitation et lors du démantèlement de l'installation.

Les travaux sur le site et la fabrication des équipements se sont poursuivis en 2020 avec un objectif de mise en œuvre du premier plasma d'hydrogène à horizon 2025. L'évaluation de l'impact de la crise sanitaire sur le planning global de construction est attendue en 2021.

L'installation des premiers éléments du cryostat, qui participent au supportage de la chambre à vide, a fait l'objet d'un suivi particulier lors des inspections de l'ASN en 2020. Ces activités permettront le début de la phase d'assemblage de la chambre à vide, dont les premiers éléments sont arrivés sur le site en 2020.

Le lancement de cette phase d'assemblage a fait l'objet d'une demande d'accord par l'organisation ITER en mars 2020, conformément à la prescription [INB n° 174-07] de la décision de l'ASN du 12 novembre 2013 modifiée. L'ASN a formulé de nombreuses demandes de compléments afin d'améliorer la cohérence de ce dossier et la justification des éléments présentés.

Ionisateur Gammaster

La société Steris exploite depuis 2008 un irradiateur industriel, dénommé [Gammaster](#), situé sur le territoire de la commune de Marseille. Cette installation assure le traitement de produits par ionisation (émission de rayonnement gamma) dans l'objectif de les aseptiser, de les stériliser ou d'améliorer les performances des matériaux. L'installation est constituée d'une casemate industrielle et renferme des sources scellées de cobalt-60, qui assurent le rayonnement nécessaire à l'activité de l'installation.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'installation est globalement satisfaisant en 2020. L'exploitant doit rester attentif au suivi des équipements sous pression présents dans l'installation.

À l'issue de l'instruction du dossier de réexamen remis par l'exploitant, l'ASN a fixé, par [décision n° CODEP-MRS-2019-048140 du 5 décembre 2019](#), des prescriptions techniques à prendre en compte pour la poursuite du fonctionnement de l'installation. L'exploitant a élaboré un plan d'action et informe semestriellement l'ASN de son état d'avancement.

CHAPITRE

01

LES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES :
RAYONNEMENTS IONISANTS
ET RISQUES POUR LA SANTÉ
ET L'ENVIRONNEMENT



1 L'état des connaissances sur les dangers et les risques liés aux rayonnements ionisants P.102

- 1.1 Les effets biologiques et les effets sanitaires
- 1.2 L'évaluation des risques liés aux rayonnements ionisants
- 1.3 Les incertitudes scientifiques et la vigilance
 - 1.3.1 La réponse individuelle aux rayonnements ionisants
 - 1.3.2 Les effets des faibles doses
 - 1.3.3 La signature moléculaire dans les cancers radio-induits

2 Les différentes sources de rayonnements ionisants P.106

- 2.1 Les rayonnements d'origine naturelle
 - 2.1.1 Les rayonnements d'origine terrestre (hors radon)
 - 2.1.2 Le radon
 - 2.1.3 Les rayonnements cosmiques
- 2.2 Les rayonnements ionisants liés aux activités humaines
 - 2.2.1 Les installations nucléaires de base
 - 2.2.2 Le transport de substances radioactives
 - 2.2.3 Les activités nucléaires de proximité
 - 2.2.4 La gestion des déchets radioactifs
 - 2.2.5 La gestion des sites contaminés
 - 2.2.6 Les activités utilisant des substances radioactives d'origine naturelle

3 La surveillance des expositions aux rayonnements ionisants P.109

- 3.1 Les doses reçues par les travailleurs
 - 3.1.1 La surveillance de l'exposition des personnes travaillant dans les installations nucléaires
 - 3.1.2 Cas de l'exposition des travailleurs à la radioactivité naturelle
- 3.2 Les doses reçues par la population
 - 3.2.1 L'exposition de la population du fait des activités nucléaires
 - 3.2.2 L'exposition de la population aux rayonnements naturels
- 3.3 Les doses reçues par les patients
- 3.4 L'exposition des espèces non humaines (animales et végétales)

Les activités nucléaires : rayonnements ionisants et risques pour la santé et l'environnement

Les [rayonnements ionisants](#) peuvent être d'origine naturelle ou provenir d'activités nucléaires d'origine humaine. Les expositions de la population aux rayonnements ionisants d'origine naturelle résultent de la présence de radionucléides d'origine terrestre dans l'environnement, de l'émanation de [radon](#) en provenance du sous-sol et de l'exposition aux [rayonnements cosmiques](#).

Les activités nucléaires sont définies par le code de la santé publique (CSP) comme « les activités comportant un risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants lié à la mise en œuvre soit d'une source artificielle, qu'il s'agisse de substances ou de dispositifs, soit d'une source naturelle, qu'il s'agisse de substances radioactives naturelles ou de matériaux contenant

des radionucléides naturels (...) ». Ces activités nucléaires incluent celles qui sont menées dans les installations nucléaires de base (INB) et dans le cadre du transport de substances radioactives, ainsi que dans les domaines médical, vétérinaire, industriel et de recherche.

Les différents principes auxquels doivent répondre les activités nucléaires, notamment les principes de [sûreté nucléaire](#) et de [radioprotection](#), sont présentés au chapitre 2.

Au-delà des effets des rayonnements ionisants, les INB sont, comme toute installation industrielle, à l'origine de risques et de nuisances non radiologiques tels que les rejets de substances chimiques dans l'environnement ou l'émission de bruit.

1. L'état des connaissances sur les dangers et les risques liés aux rayonnements ionisants

Les rayonnements ionisants sont définis comme étant capables de produire directement ou indirectement des ions lors de leur passage à travers la matière. Parmi eux, on distingue les rayons X, les rayonnements gamma, alpha et bêta, ainsi que les rayonnements neutroniques, chacun d'entre eux étant caractérisé par des énergies et des pouvoirs de pénétration différents.

1.1 Les effets biologiques et les effets sanitaires

Qu'ils soient le fait de particules chargées, par exemple un électron (rayonnement bêta) ou un noyau d'hélium (rayonnement alpha), ou de photons (rayons X ou rayons gamma), les rayonnements ionisants interagissent avec les molécules constitutives des cellules de la matière vivante et les transforment chimiquement. Parmi les lésions ainsi créées, les plus importantes concernent l'ADN des cellules; elles ne sont pas fondamentalement différentes de celles provoquées par certaines substances chimiques toxiques, exogènes (extérieures à l'organisme) ou endogènes (résultant du métabolisme cellulaire).

Lorsqu'elles ne sont pas réparées par les cellules elles-mêmes, ces lésions peuvent conduire soit à la mort cellulaire soit à l'apparition d'effets biologiques néfastes, dès lors que le tissu ne peut plus assurer ses fonctions.

Ces effets, appelés « [effets déterministes](#) », sont connus de longue date puisque les premiers effets ont été décrits assez tôt après la découverte des rayons X par W. Röntgen (début des années 1900). Ils dépendent de la nature du tissu exposé et apparaissent de façon certaine dès que la quantité de rayonnements absorbée dépasse un certain niveau de dose. Parmi ces effets, citons par exemple l'érythème, la radiodermite, la radionécrose et la cataracte.

Les effets sont d'autant plus graves que la dose de rayonnements reçue par le tissu est elle-même importante.

Les cellules peuvent aussi réparer, mais de façon imparfaite ou erronée, les lésions ainsi provoquées. Parmi les lésions qui subsistent, celles de l'ADN revêtent un caractère particulier, car des anomalies résiduelles au niveau des chromosomes peuvent être transmises par divisions cellulaires successives à de nouvelles cellules. Une seule mutation génétique est loin d'être suffisante pour la transformation en cellule cancéreuse, mais cette lésion due aux rayonnements ionisants peut constituer une première étape vers la cancérisation qui apparaît après un laps de temps variable (5 à 20 ans après l'exposition).

La suspicion d'un lien de causalité entre une exposition aux rayonnements ionisants et la survenue d'un cancer remonte à 1902 (observation d'un cancer de la peau sur une radiodermite).

Par la suite, plusieurs types de cancer ont été observés en milieu professionnel, dont certains types de leucémie, des cancers bronchopulmonaires (par inhalation de radon) et des ostéosarcomes de la mâchoire. Hors du domaine professionnel, le suivi pendant plus de 60 ans d'une cohorte⁽¹⁾ d'environ 85 000 personnes irradiées à Hiroshima et Nagasaki (Japon) a permis de faire régulièrement le point sur la morbidité et la mortalité par cancer après exposition aux rayonnements ionisants, et de décrire les relations dose-effets, à la base de la réglementation actuelle. D'autres travaux épidémiologiques ont permis de mettre en évidence, chez les patients traités par radiothérapie, une augmentation statistiquement significative des cancers (effets secondaires) imputables aux rayonnements ionisants. Citons également l'[accident de Tchernobyl](#) (Ukraine) qui, du fait de l'iode radioactif rejeté, a provoqué dans les régions

1. Cohorte : groupe d'individus considérés comme un ensemble et participant à une étude statistique des circonstances d'apparition des maladies.

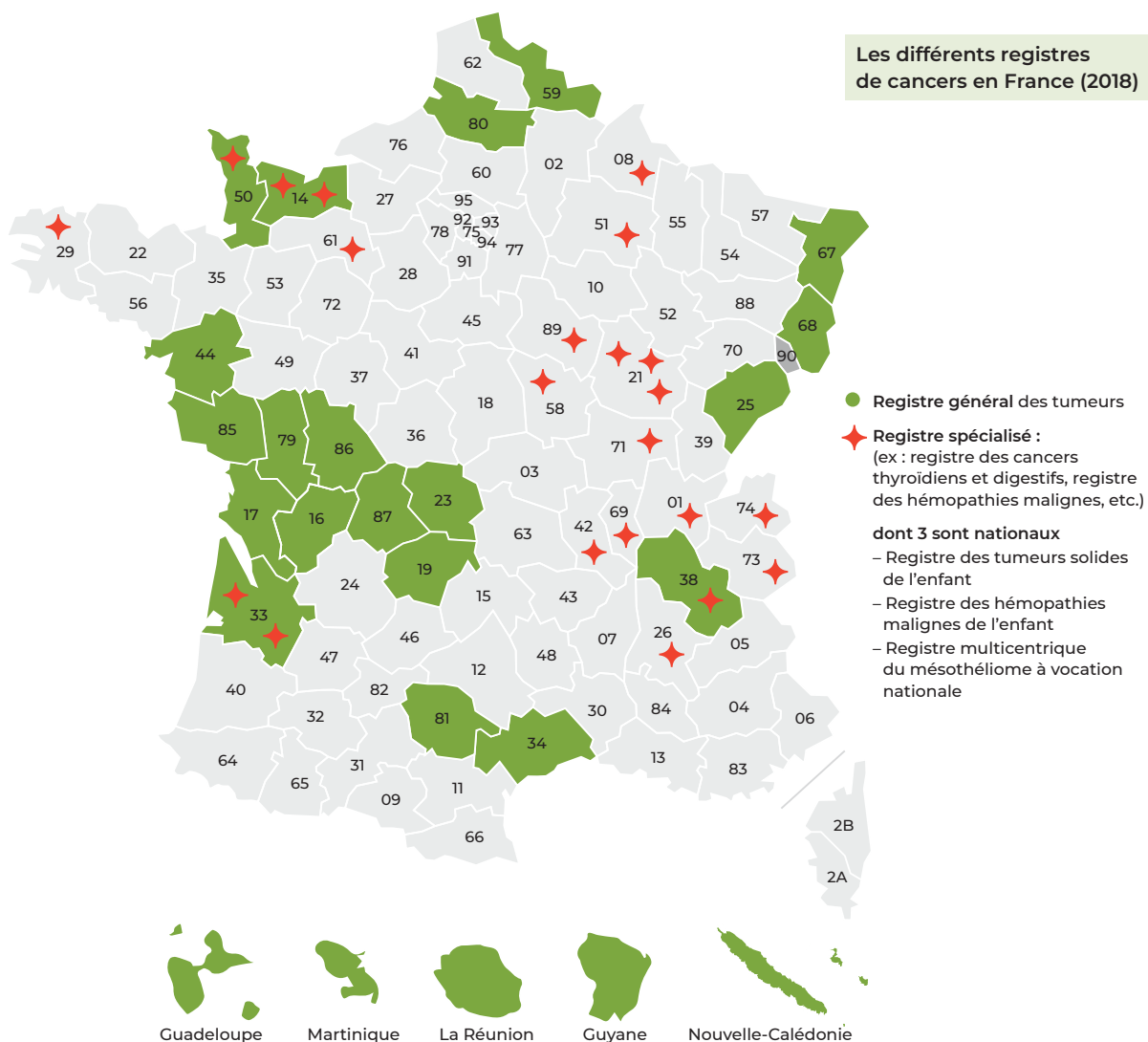
proches du lieu de l'accident un excès de cancers de la thyroïde chez des sujets jeunes exposés pendant leur enfance. Les conséquences sanitaires de l'[accident de Fukushima](#) (Japon) pour les populations avoisinantes ne sont pas encore suffisamment connues et analysées pour en tirer les enseignements au plan épidémiologique.

Le risque de cancer radio-induit apparaît pour différents niveaux d'exposition et n'est pas lié à un dépassement de seuil. Il se manifeste par un accroissement de la probabilité de cancer pour une population d'âge et de sexe donnés. On parle alors d'effets probabilistes, stochastiques (produits par l'effet du hasard) ou aléatoires.

Établis au plan international, les objectifs de santé publique de la radioprotection visent à éviter l'apparition des effets déterministes et à réduire la probabilité d'apparition de cancers liés à une exposition aux rayonnements ionisants, aussi appelés cancers radio-induits; l'ensemble des résultats des études semble indiquer que les cancers radio-induits constituent le risque sanitaire prépondérant lié à l'exposition aux rayonnements ionisants.

1.2 L'évaluation des risques liés aux rayonnements ionisants

En France, la surveillance de l'épidémiologie des cancers est fondée sur des registres de maladies, sur la surveillance des causes de décès et, plus récemment, s'appuie également sur l'exploitation des données du programme médicalisé des systèmes d'information des établissements de santé et sur les déclarations d'affection de longue durée. Les registres sont des structures qui réalisent « un recueil continu et exhaustif de données nominatives intéressant un ou plusieurs événements de santé dans une population géographiquement définie, à des fins de recherche et de santé publique, par une équipe ayant les compétences appropriées ». On dénombre actuellement 32 [registres de cancers en France](#). Certains dits « généraux » s'intéressent à tous les types de cancer, leur périmètre est départemental ou interdépartemental; d'autres, dits « spécialisés », se focalisent sur un cancer particulier. Leur portée est un périmètre géographique variable (agglomération, département, région, voire national). Les trois registres nationaux concernent pour le premier le mésothéliome de la plèvre dans le cadre d'exposition principalement aux fibres d'amiante, les deux autres couvrent l'ensemble des pathologies cancéreuses de l'enfant et de l'adolescent jusqu'à 18 ans (source : INCa).



Dans une zone couverte par un registre, l'objectif est de mettre en évidence des différences de répartition spatiale, de dégager des évolutions temporelles en termes d'augmentation ou de diminution du taux d'incidence des différentes localisations cancéreuses, ou encore de repérer un agrégat de cas.

En fonction de la qualité de leur base de données populationnelle et de leur ancienneté, certains registres participent à de nombreuses études explorant les facteurs de risque des cancers (dont les risques environnementaux). Cependant, les registres ne couvrent pas nécessairement les régions proches des installations nucléaires.

L'investigation épidémiologique est une tâche complémentaire de la surveillance. Elle a pour vocation de mettre en évidence une association entre un facteur de risque et la survenue d'une maladie, entre une cause possible et un effet, ou tout au moins de permettre d'affirmer que l'existence d'une telle relation causale présente une très forte probabilité. La difficulté intrinsèque à mener ces études est à rappeler, de même que la difficulté à conclure de façon convaincante lorsque le délai d'apparition de la maladie est long ou encore lorsque le nombre de cas attendus est faible, ce qui est notamment constaté pour des expositions faibles de quelques dizaines de millisieverts (mSv).

Les cohortes comme celles de Hiroshima et de Nagasaki ont clairement mis en évidence un excès de cancers, alors que l'exposition moyenne est de l'ordre de 200 mSv; des études sur des travailleurs de l'industrie nucléaire, publiées durant ces dernières années, suggèrent des risques de cancer à des doses plus faibles (doses cumulées sur plusieurs années).

Ces résultats soutiennent la justification d'une protection radiologique des populations exposées aux faibles doses de rayonnements ionisants (travailleurs de l'industrie nucléaire, personnels médicaux, exposition médicale à finalité diagnostique, etc.).

En l'absence de données sur l'impact des faibles doses sur l'apparition d'un cancer, des estimations sont fournies en extrapolant de façon linéaire et sans seuil, les effets observés décrits aux fortes doses. Ces modélisations donnent des estimations des risques encourus lors d'une exposition aux faibles doses de rayonnements ionisants qui restent cependant controversées au niveau scientifique. Des études sur de très larges populations sont actuellement en cours pour étoffer ces modélisations.

Sur la base des synthèses scientifiques du Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* – [UNSCEAR](#)), la Commission internationale de protection radiologique ([CIPR](#)) a publié les coefficients de risque de décès par cancer dus aux rayonnements ionisants, soit 4,1% d'excès de risque par sievert pour les travailleurs et 5,5% par sievert pour la population générale (voir [publication CIPR 103](#)).

L'évaluation du risque de cancer du poumon dû au radon⁽²⁾ repose sur un grand nombre d'études épidémiologiques, réalisées directement dans l'habitat, en France et à l'échelle internationale. Elles ont permis de décrire une relation linéaire, même pour une exposition faible (200 becquerels par mètre cube – Bq/m³) sur une durée de 20 à 30 ans. L'Organisation mondiale de la santé ([OMS](#)) en a fait une synthèse et recommande, pour le public, un niveau d'exposition annuelle maximale situé entre 100 et 300 Bq/m³. La [publication 115](#) de la CIPR a comparé les risques de cancer du poumon observés dans le cadre des études sur les mineurs d'uranium avec ceux observés en population générale et a conclu à une très bonne concordance des risques observés dans ces deux conditions d'exposition au radon. Les recommandations de la CIPR confortent celles émises par l'OMS, qui considère que le radon constitue, loin après le tabac, le facteur le plus important de risque de cancer du poumon. Par ailleurs, pour des expositions au radon égales, le risque de cancer du poumon est beaucoup plus élevé chez les fumeurs : trois quarts des décès par cancer du poumon attribuables au radon surviendraient chez des fumeurs.

Les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique

La CIPR, qui a émis de nouvelles recommandations pour le calcul des doses efficaces et équivalentes ([publication 103](#)) en 2007, actualise progressivement les valeurs des coefficients de dose efficace pour l'exposition interne et externe. Sa [publication 137](#) (2017), intitulée *Incorporation de radionucléides en milieu du travail – Partie 3*, porte sur 14 radioéléments, dont le radon.

Les doses délivrées par le radon et ses descendants dépendent de nombreux paramètres (variabilité des situations d'exposition, des individus, etc.).

Les précédents coefficients de dose pour l'exposition au radon et à ses descendants, recommandés par la CIPR ([publication 65](#), 1993), reposaient sur une approche épidémiologique. La [publication 115](#) de la CIPR (2010) a permis une mise à jour du risque de cancer du poumon lié à l'exposition au radon sur la base de nouvelles études épidémiologiques. La CIPR avait conclu que le risque de décès par cancer du poumon chez les adultes ayant été exposés de façon chronique à de faibles concentrations de radon était près de deux fois plus élevé que celui estimé sur la base des connaissances disponibles en 1993.

Les coefficients de dose pour le radon issus de la [publication 137](#) de la CIPR (2017) reposent sur une approche dosimétrique, comme pour les autres radionucléides. Ils conduisent, à exposition égale au radon et à ses descendants, à augmenter de façon significative la dose efficace annuelle reçue par les travailleurs exposés au radon (près de deux fois plus élevée).

Compte tenu de ces évolutions et dans l'attente d'une mise à jour de la réglementation⁽³⁾ pour actualiser les coefficients de dose à mettre en œuvre pour le radon et ses descendants, l'ASN a saisi le Groupe permanent d'experts en radioprotection, pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, et en environnement ([GPRADE](#)) afin d'identifier les difficultés que pourrait soulever l'application des nouveaux coefficients de la CIPR ([publication 137](#), 2017). Le GPRADE a remis son avis à l'ASN en 2020. L'ASN prendra position sur cet avis début 2021 avec la publication du rapport et de l'avis du GPRADE.

^{*}[Arrêté du 1^{er} septembre 2003](#) définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.

2. Le radon est un gaz radioactif naturel, descendant de l'uranium et du thorium, émetteur de particules alpha et classé cancérigène pulmonaire certain par le Centre international de recherche contre le cancer (CIRC) depuis 1987.

En France métropolitaine, environ 12 millions de personnes, réparties dans près de 7 000 communes, sont potentiellement exposées à des concentrations élevées en radon. Selon l'[Agence nationale de santé publique](#) (2018), le nombre de nouveaux cas de cancer du poumon attribuables au radon en France métropolitaine est estimé à environ 4 000 par an, loin derrière celui dû au tabac (le nombre de nouveaux cas de cancer du poumon en France métropolitaine est estimé à 46 363 en 2018). À l'initiative de l'ASN, un [plan national d'action pour la gestion du risque lié au radon](#) a été mis en place depuis 2004, il est périodiquement réactualisé. Le 4^e plan (2020-2024) a été publié début 2021 (voir point 3.2.2).

1.3 Les incertitudes scientifiques et la vigilance

Les actions menées dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour prévenir les accidents et limiter les nuisances ont permis de réduire les risques sans toutefois les supprimer, qu'il s'agisse, par exemple, des doses reçues par les travailleurs ou de celles associées aux rejets des installations nucléaires de base (INB). De nombreuses incertitudes subsistent; elles conduisent l'ASN à rester attentive aux résultats des travaux scientifiques en cours, en radiobiologie et en radiopathologie, par exemple, avec des retombées possibles en radioprotection, notamment en ce qui concerne la gestion des risques liés aux faibles doses.

On peut citer, en particulier, plusieurs zones d'incertitudes concernant la radiosensibilité, les effets des faibles doses en fonction de l'âge, l'existence de signatures (mutations spécifiques de l'ADN) qui pourraient être observées dans des cancers radio-induits et certaines maladies non cancéreuses observées dans les suites de radiothérapie.

1.3.1 La réponse individuelle aux rayonnements ionisants

Les effets des rayonnements ionisants sur la santé varient d'un individu à l'autre. On sait, par exemple, depuis que cela a été énoncé pour la première fois par Bergonié et Tribondeau en 1906, qu'une même dose n'a pas le même effet selon qu'elle est reçue par un enfant en période de croissance ou par un adulte.

Par ailleurs, la variabilité de la radiosensibilité individuelle aux fortes doses de rayonnements ionisants a été bien documentée par les radiothérapeutes et les radiobiologistes. Des niveaux de radiosensibilité élevés ont été constatés dans le cas de sujets souffrant de maladies génétiques de la réparation de l'ADN et de la signalisation cellulaire, ils peuvent chez ces personnes conduire à des « brûlures radiologiques ». De telles réponses anormales sont également observées chez des personnes souffrant de maladies neurodégénératives.

Aux faibles doses, il existe une radiosensibilité cellulaire et individuelle qui pourrait concerner environ 5 à 10 % de la population. Grâce à l'abaissement des seuils de détection, les méthodes récentes d'immunofluorescence de cibles moléculaires de la signalisation et de la réparation des lésions de l'ADN permettent de mieux documenter les effets des rayonnements ionisants aux faibles doses. Les effets biochimiques et moléculaires d'une simple radiographie deviennent visibles et mesurables. Les recherches effectuées avec ces nouvelles méthodes d'investigation apportent des résultats qui doivent encore être validés en clinique avant d'être intégrés dans les pratiques médicales. Ces recherches indiquent qu'une réponse anormale aux rayonnements ionisants peut s'exprimer cliniquement sous trois formes: la radiosensibilité aux fortes doses de radiothérapie, la radiosusceptibilité au cancer radio-induit, et la radiodégénérescence (par exemple la cataracte ou les effets cardiovasculaires radio-induits).



Salle de radiographie du dispensaire Léon Bourgeois (Paris) en 1916

Les progrès de la recherche et la validation des résultats en clinique devraient permettre de définir rapidement les conditions optimales de mise en évidence de la réponse individuelle aux rayonnements ionisants chez les patients et de sa prise en compte dans le cadre d'une prise en charge médicale personnalisée.

À la suite des travaux du Groupe de recherche européen sur les faibles doses ([MELODI](#), *Multidisciplinary European Low Dose Initiative*) et des documents de revue publiés en 2019 sur les aspects cliniques et épidémiologiques de la réponse individuelle aux rayonnements ionisants et des tests de dépistage disponibles et de leur robustesse, le groupe de travail ([TG111](#)) de la CIPR dédié à ce sujet poursuit ses travaux de synthèse des connaissances au sujet de la réponse individuelle aux rayonnements ionisants en vue d'élaborer des recommandations internationales de radioprotection.

La réponse individuelle aux rayonnements ionisants s'impose ainsi progressivement comme un sujet important de recherche et d'application en radiobiologie et en radioprotection, tout en suscitant des questions éthiques et sociétales.

1.3.2 Les effets des faibles doses

La relation linéaire sans seuil

L'hypothèse de cette relation, retenue pour modéliser l'effet des faibles doses sur la santé (voir point 1.2), aussi commode soit-elle sur un plan réglementaire, aussi prudente soit-elle sur un plan sanitaire, n'a pas toute l'assise voulue sur un plan scientifique. Certains estiment que les effets des faibles doses pourraient être supérieurs, d'autres pensent que ces doses pourraient n'avoir aucun effet en deçà d'un certain seuil; certains affirment même que des faibles doses ont un effet bénéfique. La recherche en biologie moléculaire et cellulaire progresse, les études épidémiologiques menées sur des cohortes importantes aussi. Mais, face à la complexité des phénomènes de réparation et de mutation de l'ADN, face aux limites méthodologiques de l'épidémiologie, des incertitudes demeurent et la précaution s'impose pour les décideurs publics.

La dose, le débit de dose et la durée de l'exposition

Les études épidémiologiques réalisées sur les personnes exposées aux bombardements de Hiroshima et de Nagasaki ont permis de mieux connaître les effets des rayonnements sur la santé, pour des expositions dues à une irradiation externe (exposition

externe) en quelques fractions de seconde, à forte dose et fort débit de dose³⁾ de rayonnements ionisants. Les études menées dans les pays les plus touchés par l'accident de Tchernobyl (la Biélorussie, l'Ukraine et la Russie) ont aussi fait avancer les connaissances sur l'effet des rayonnements sur la santé pour des expositions dues à une contamination interne (exposition interne), notamment à l'iode radioactif. Les études sur les travailleurs de l'industrie nucléaire ont permis de mieux préciser le risque pour des expositions chroniques à faibles doses établies sur de nombreuses années, que ce soit le résultat d'expositions externes ou de contaminations internes.

Les effets héréditaires

La survenue d'éventuels effets héréditaires des rayonnements ionisants chez l'homme reste incertaine. De tels effets n'ont pas été observés chez les survivants des bombardements de Hiroshima et de Nagasaki. Cependant, des effets héréditaires ont été bien documentés dans des travaux expérimentaux chez l'animal : les mutations induites par les rayonnements ionisants dans les cellules germinales sont transmissibles à la descendance. La mutation récessive d'un gène sur un chromosome ne donnera aucun signe clinique ou biologique tant que le même gène porté par l'autre chromosome homologue ne sera pas atteint ; si elle n'est pas nulle, la probabilité de ce type d'événement reste cependant faible.

La protection de l'environnement

La radioprotection a pour but d'empêcher ou de réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par des effets délétères portés à l'environnement. Au-delà de la protection de l'environnement orientée vers la protection de l'homme et des générations présentes ou futures, la protection des espèces non humaines fait partie en tant que telle de la protection de l'environnement prescrite en France par la [Charte constitutionnelle de l'environnement](#). La protection de la nature au nom de l'intérêt propre des espèces animales et végétales a fait l'objet de plusieurs publications depuis 2008 ([CIPR 108](#), [114](#) et [124](#)).

1.3.3 La signature moléculaire dans les cancers radio-induits

Il n'est actuellement pas possible de faire la différence entre un cancer radio-induit et un cancer qui ne le serait pas. En effet, les lésions provoquées par les rayonnements ionisants au niveau

moléculaire ne semblent pas différentes de celles qui résultent du métabolisme cellulaire normal, avec l'implication dans les deux cas de radicaux libres, en particulier oxygénés. De plus, ni l'examen anatomopathologique ni la recherche de mutations spécifiques n'ont permis de différencier jusqu'à présent une tumeur radio-induite d'une tumeur sporadique.

On sait qu'aux premières étapes de la carcinogenèse (processus de formation du cancer) une cellule apparaît présentant une combinaison particulière de lésions de l'ADN lui permettant d'échapper au contrôle habituel de la division cellulaire et qu'il faut une dizaine à une centaine de lésions de l'ADN (mutations, cassures, etc.) en des points névralgiques pour franchir ces étapes. Tous les agents capables de léser l'ADN cellulaire (tabac, alcool, produits chimiques variés, rayonnements ionisants, température élevée, autres facteurs d'environnement notamment nutritionnels, radicaux libres du métabolisme cellulaire normal, etc.) contribuent au vieillissement cellulaire et à la carcinogenèse.

Dans une approche multirisque de la carcinogenèse, peut-on alors continuer à parler de cancers radio-induits ? Oui, compte tenu des nombreuses données épidémiologiques qui indiquent que la fréquence des cancers augmente lorsque la dose augmente, une fois tenu compte des autres principaux facteurs de risque. Cependant, l'événement radio-induit peut aussi être le seul en cause dans certains cas (cancers radio-induits chez les enfants).

La mise en évidence d'une signature radiologique des cancers, c'est-à-dire la découverte de marqueurs permettant de signer l'éventuelle composante radio-induite d'une tumeur, serait d'un apport considérable dans l'évaluation des risques liés aux expositions aux rayonnements ionisants, mais reste à ce jour non démontrée.

Le caractère multifactoriel de la carcinogenèse plaide pour une approche de précaution vis-à-vis de tous les facteurs de risque, puisque chacun d'entre eux est susceptible de contribuer à une altération de l'ADN. Ceci est particulièrement important chez les personnes présentant une radiosensibilité individuelle élevée et pour les organes les plus sensibles comme le sein et la moelle osseuse, et ce d'autant plus que les personnes sont jeunes. Les principes de justification et d'optimisation trouvent là toute leur place (voir chapitre 2).

2. Les différentes sources de rayonnements ionisants

2.1 Les rayonnements d'origine naturelle

En France, l'exposition à la radioactivité naturelle, sous ses différents modes (cosmique ou tellurique), représente en moyenne environ 65% de l'exposition totale annuelle.

2.1.1 Les rayonnements d'origine terrestre (hors radon)

Les radionucléides naturels d'origine terrestre sont présents à des teneurs diverses dans tous les milieux constitutifs de notre environnement et de l'organisme humain. Ils conduisent à une exposition externe de la population du fait des rayonnements gamma émis par les produits de filiation de l'uranium-238 et du thorium-232, et par le potassium-40 présents dans les sols, mais aussi à une exposition interne par inhalation de particules remises en suspension, par ingestion de denrées alimentaires ou d'eau de consommation. Les teneurs en radionucléides naturels dans les

sols sont extrêmement variables. Les valeurs des débits de dose d'exposition externe, à l'air libre, s'échelonnent en France, selon les régions, entre quelques nanosieverts par heure (nSv/h) et 100 nSv/h.

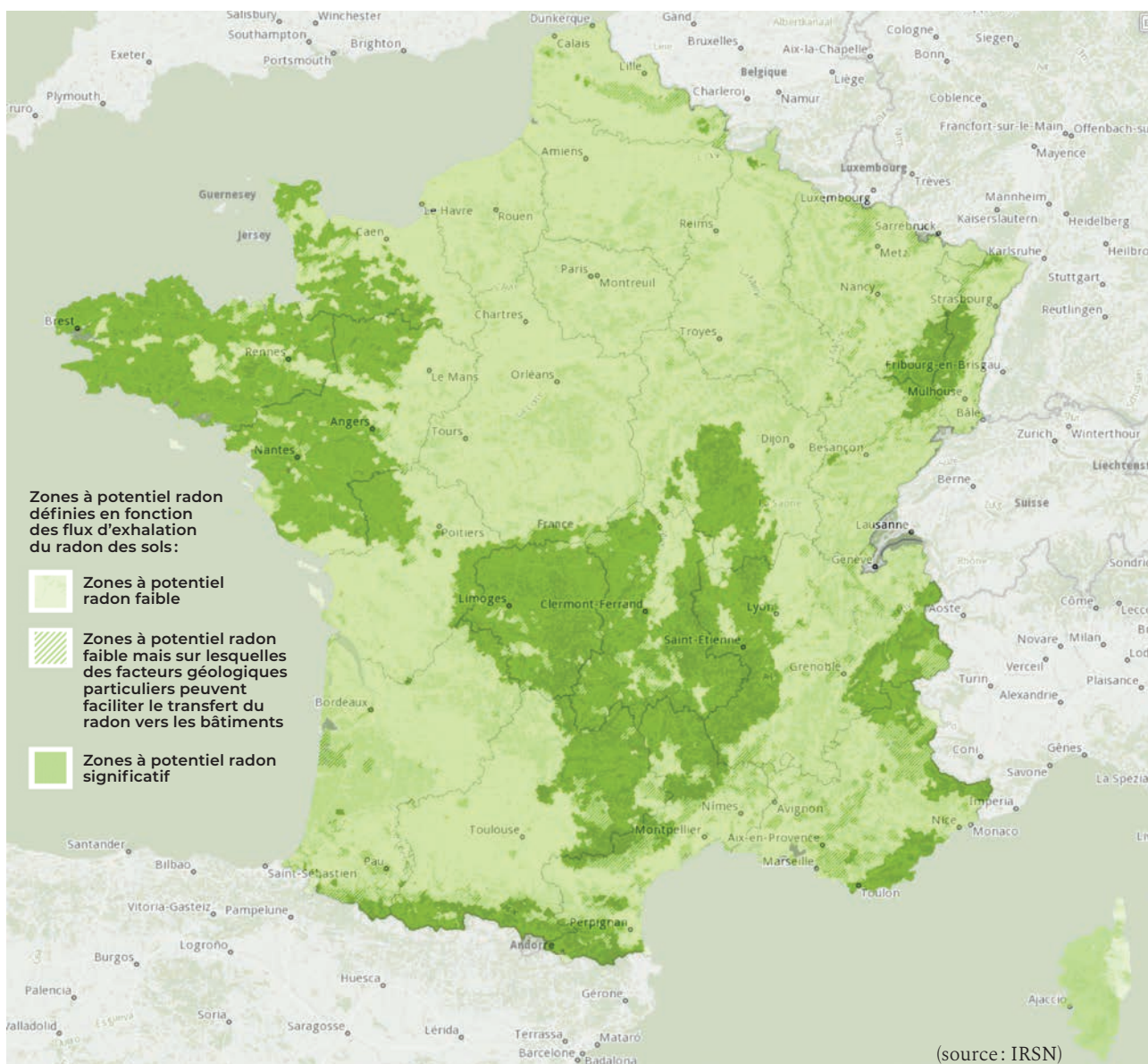
Les valeurs de débit de dose à l'intérieur des habitations sont généralement plus élevées du fait de la contribution des matériaux de construction (environ 20% en plus, en moyenne).

À partir d'hypothèses sur les temps de présence des individus à l'intérieur et à l'extérieur des habitations (respectivement 90% et 10%), la dose efficace annuelle moyenne due à l'exposition externe aux rayonnements gamma d'origine tellurique est estimée en France à environ 0,5 mSv par personne et par an.

Selon l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN 2015) la moyenne de l'exposition interne due à l'incorporation de radionucléides d'origine naturelle est estimée à 0,55 millisieverts par an (mSv/an). Les deux principales

3. Le débit de dose radioactive détermine la dose absorbée (énergie absorbée par la matière) par unité de masse et de temps. Il se mesure en Gray par seconde (Gy/s) dans le système international. Il est utilisé en physique et en radioprotection.

Zones à potentiel radon en France métropolitaine définies par l'arrêté du 27 juin 2018



composantes de cette exposition sont l'incorporation par l'alimentation et les eaux de boisson de potassium-40 (0,18 mSv) et des descendants des chaînes de l'uranium et du thorium (0,33 mSv). En fonction des habitudes de consommation de chacun, en particulier des poissons/fruits de mer et du tabac, cette exposition peut fortement varier, de 0,4 mSv/an jusqu'à plus de 3,1 mSv/an pour, respectivement, les personnes ne consommant pas ces produits et celles en consommant de façon importante.

Les eaux destinées à la consommation humaine, notamment celles d'origine souterraine, ainsi que les eaux minérales, se chargent en radionucléides naturels du fait de la nature des couches géologiques dans lesquelles elles séjournent. La concentration en [descendants](#) de l'uranium et du thorium, mais aussi en potassium-40, varie selon les ressources exploitées, compte tenu de la nature géologique du sous-sol. Pour les eaux présentant une radioactivité élevée, la dose efficace annuelle résultant d'une

consommation quotidienne (deux litres par habitant et par jour) peut atteindre quelques dizaines ou centaines de microsieverts (μSv).

2.1.2 Le radon

Certaines zones géographiques présentent un potentiel élevé d'exhalation de radon du fait des caractéristiques géologiques des terrains (sous-sol granitique par exemple). La concentration mesurée à l'intérieur des habitations dépend également de l'étanchéité du bâtiment (soubassements), de la ventilation des pièces et du mode de vie des occupants.

L'exposition au radon dit « domestique » (radon dans les habitations) a été estimée par l'IRSN lors de campagnes de mesures qui ont donné lieu ensuite à des analyses statistiques (voir [irsn.fr](#)). La valeur moyenne des activités mesurées en radon a ainsi été estimée en France à 68 Bq/m^3 .

Ces mesures avaient permis de classer les départements en fonction du potentiel d'exhalation de radon des terrains. En 2011, l'IRSN a publié une cartographie du territoire national en considérant le potentiel d'exhalation de radon dans le sol, à partir des données du Bureau de recherches géologiques et minières. Sur cette base, une classification plus fine, par commune, a été publiée par l'[arrêté interministériel du 27 juin 2018](#) (voir moteur de recherche par commune et cartographie disponibles sur [asn.fr](#) et [irsn.fr](#)).

À partir de 2021, la nouvelle obligation faite aux laboratoires d'analyse des détecteurs radon de transmettre à l'IRSN les résultats des mesurages permettra d'améliorer la connaissance des expositions au radon en France (voir le [bilan du 3^e plan national d'action 2016-2019 pour la gestion du risque lié au radon](#) accessible sur [asn.fr](#)).

2.1.3 Les rayonnements cosmiques

Les rayonnements cosmiques de composantes ionique et neutronique sont aussi accompagnés de rayonnement électromagnétique. Au niveau de la mer, le débit de dose résultant du rayonnement électromagnétique est estimé à 32 nSv/h et celui résultant de la composante neutronique à 3,6 nSv/h.

En prenant en compte le temps moyen passé à l'intérieur des habitations (l'habitat atténue la composante ionique des rayonnements cosmiques), la dose efficace individuelle moyenne dans une commune située au niveau de la mer, en France, est de 0,27 mSv/an, alors qu'elle peut dépasser 1,1 mSv/an dans une commune qui serait située à environ 2 800 m d'altitude. En moyenne, la dose efficace annuelle par individu en France est de 0,32 mSv. Elle est inférieure à la valeur moyenne mondiale de 0,38 mSv par an publiée par l'UNSCEAR.

Du fait d'une exposition accrue aux rayonnements cosmiques en raison de séjours prolongés en altitude, une surveillance dosimétrique s'impose pour le personnel navigant (voir point 3.1.3).

2.2 Les rayonnements ionisants liés aux activités humaines

Les activités humaines impliquant des risques d'exposition aux rayonnements ionisants, appelées activités nucléaires, peuvent être regroupées selon la nomenclature suivante :

- l'exploitation des INB ;
- le transport de substances radioactives ;
- les activités nucléaires de proximité ;
- l'élimination des déchets radioactifs ;
- la gestion des sites contaminés ;
- les activités générant un renforcement des rayonnements ionisants d'origine naturelle.

2.2.1 Les installations nucléaires de base

Les activités nucléaires sont de nature très diverse et couvrent toute activité touchant à la mise en œuvre ou à l'utilisation de substances radioactives ou de rayonnements ionisants. Ces activités sont soumises à des dispositions générales du code de la santé publique et, selon leur nature et les risques qu'elles présentent, à un régime juridique spécifique. Les INB sont définies à l'[article L. 593-2 du code de l'environnement](#) :

1° les réacteurs nucléaires ;

2° les installations, répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État, de préparation, d'enrichissement, de fabrication, de traitement ou d'entreposage de combustibles nucléaires ou de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets radioactifs ;

3° les installations contenant des substances radioactives ou fissiles et répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État ;

4° les accélérateurs de particules répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État ;

5° les centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs mentionnés à l'[article L. 542-10-1 du code de l'environnement](#).

Les installations relèvent du [régime des INB](#), régi par les chapitres III et VI du titre IX du livre V du [code de l'environnement](#) et les textes pris pour leur application.

La liste des INB au 31 décembre 2020 figure en annexe de ce rapport.

La prévention des risques accidentels et la sûreté nucléaire

Le principe fondamental adopté internationalement sur lequel repose le système d'organisation et de réglementation spécifique de la [sûreté nucléaire](#) est celui de la responsabilité de l'exploitant (voir chapitre 2). Les pouvoirs publics veillent à ce que cette responsabilité soit pleinement assumée dans le respect des prescriptions réglementaires. Pour ce qui concerne la prévention des risques pour les travailleurs, l'exploitant d'une INB est tenu de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. Il doit en particulier s'assurer du respect des règles générales applicables à l'ensemble des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants (organisation du travail, prévention des accidents, suivi médical des travailleurs, y compris ceux des entreprises extérieures, etc.).

Pour les questions relevant de la protection de la population et de l'environnement, l'exploitant de l'INB doit également mettre en œuvre les moyens nécessaires pour atteindre et maintenir un niveau optimal de protection. Plus particulièrement, les rejets d'effluents liquides et gazeux, radioactifs ou non radioactifs, sont strictement limités (voir chapitre 3).

2.2.2 Le transport de substances radioactives

Lors du [transport de substances radioactives](#), les risques essentiels sont ceux d'exposition interne ou externe, de criticité ainsi que ceux de nature chimique. La sûreté du transport de substances radioactives s'appuie sur une logique de défense en profondeur :

- la robustesse de l'emballage est la première ligne de défense. L'emballage joue un rôle essentiel et doit résister aux conditions de transport envisageables ;
- la fiabilité des opérations de transport constitue la deuxième ligne de défense ;
- enfin, la troisième ligne de défense est constituée par les moyens d'intervention mis en œuvre en cas d'incident ou d'accident.

2.2.3 Les activités nucléaires de proximité

Les rayonnements ionisants, qu'ils soient émis par des radionucléides ou générés par des appareils électriques, sont utilisés dans de très nombreux domaines dont la [médecine](#) (radiologie, radiothérapie, médecine nucléaire et pratiques interventionnelles radioguidées), la biologie, [la recherche](#), [l'industrie](#), mais aussi les applications vétérinaires ou la conservation des denrées alimentaires.

L'employeur est tenu de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. L'exploitant de l'installation doit également mettre en place les dispositions prévues par le code de la santé publique pour assurer la gestion des sources de

rayonnements ionisants qu'il détient (notamment les sources radioactives), assurer, le cas échéant, la gestion des déchets produits et limiter les rejets des effluents liquides et gazeux. Dans le cas d'utilisation à des fins médicales, les questions concernant la protection des patients sont également prises en compte.

2.2.4 La gestion des déchets radioactifs

Comme toutes les activités industrielles, les activités nucléaires peuvent créer des [déchets](#) dont certains sont radioactifs. Les trois principes fondamentaux sur lesquels s'appuie une gestion rigoureuse des déchets radioactifs sont la responsabilité du producteur de déchets, la traçabilité des déchets et l'information du public.

Les dispositions techniques de gestion à mettre en œuvre doivent être adaptées au risque présenté par les déchets radioactifs. Ce risque peut être estimé principalement au travers de deux paramètres : l'activité, qui contribue à la toxicité du déchet, et la période, durée au bout de laquelle l'activité est divisée par deux.

Enfin, la gestion des déchets radioactifs doit être déterminée préalablement à toute création d'activité nouvelle ou modification d'activité existante afin :

- de s'assurer de la disponibilité de filières de traitement des différentes catégories de déchets susceptibles d'être produits, depuis la phase amont (production de déchets et conditionnement sous forme de colis) jusqu'à la phase aval (entreposage, transport, stockage);
- d'optimiser les filières de gestion de déchets.

2.2.5 La gestion des sites contaminés

La gestion des [sites contaminés](#) du fait d'une radioactivité résiduelle résultant d'une activité nucléaire passée ou d'une activité ayant produit des dépôts de radionucléides naturels justifie des actions spécifiques de radioprotection, notamment dans le cas où une réhabilitation est envisagée.

Compte tenu des usages actuels ou futurs du site, des objectifs de décontamination doivent être établis. L'élimination des déchets produits lors de l'assainissement des locaux ainsi que des terres contaminées doit être maîtrisée, depuis le site jusqu'à l'entreposage ou le stockage. La gestion des objets contaminés obéit également à ces principes.

2.2.6 Les activités utilisant des substances radioactives d'origine naturelle

Les expositions aux rayonnements ionisants d'origine naturelle, lorsqu'elles sont renforcées du fait des activités humaines, justifient des actions de contrôle, si elles sont susceptibles de générer un risque pour les travailleurs exposés et, le cas échéant, pour la population.

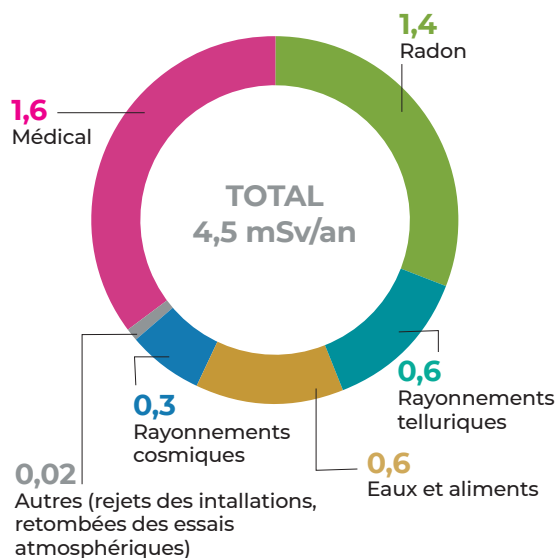
3. La surveillance des expositions aux rayonnements ionisants

Du fait de la difficulté d'attribuer un cancer au seul facteur de risque rayonnements ionisants, pour prévenir les cancers dans la population, une « surveillance du risque » est réalisée par la mesure d'indicateurs de la radioactivité ambiante (mesure des débits de dose par exemple), de la contamination interne ou, à défaut, par la mesure de grandeurs (activités dans les rejets d'effluents radioactifs) qui peuvent permettre ensuite de procéder, par la modélisation et le calcul, à une estimation des doses reçues par les populations exposées.

La totalité de la population française est exposée à des rayonnements ionisants d'origine naturelle ou ayant pour origine

DIAGRAMME 1

Exposition moyenne aux rayonnements ionisants de la population en France (mSv/an)



Source: IRSN, 2015.

Ainsi, certaines activités incluses dans la définition des « activités nucléaires » peuvent avoir recours à l'utilisation de matériaux contenant des substances radioactives d'origine naturelle à des niveaux de concentrations susceptibles d'accroître, de manière significative, l'exposition aux rayonnements ionisants des travailleurs et, dans une moindre mesure, des populations proches des lieux où sont exercées ces activités.

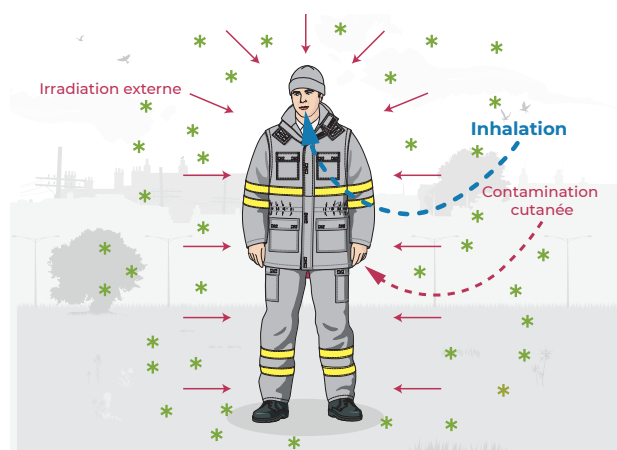
Les familles naturelles de l'uranium et du thorium sont les principaux radionucléides rencontrés dans ces industries; on peut citer :

- la production pétrolière et gazière d'énergie géothermique, de dioxyde de titane, d'engrais phosphatés et de ciment;
- l'extraction de terres rares et de granits;
- les activités de fonderie d'étain, de plomb ou de cuivre.

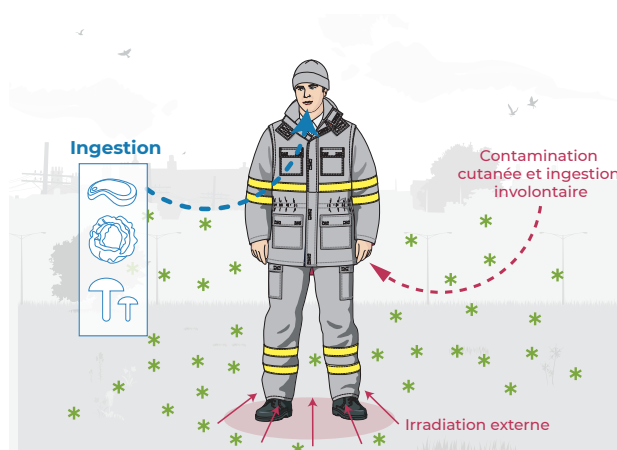
Les actions de radioprotection à mener dans ce domaine visent les travailleurs (risque d'irradiation externe et de contamination interne, radon) mais aussi la population, par exemple, dans le cas de rejets d'effluents dans l'environnement ou de production de résidus susceptibles d'être réutilisés, notamment, dans les matériaux de construction. Ces activités sont considérées, depuis juin 2018, comme des installations classées pour la protection de l'environnement.

des activités humaines, mais de façon inégale sur le territoire. L'exposition moyenne de la population française est estimée à 4,5 mSv (voir diagramme 1) par personne et par an, mais cette exposition présente une grande variabilité individuelle, notamment selon le lieu d'habitation et le nombre d'examen radiologiques réalisés (IRSN 2015). La dose efficace individuelle annuelle moyenne peut ainsi varier selon les départements d'un facteur pouvant atteindre 5. Le diagramme 1 représente une estimation des contributions respectives des différentes sources d'exposition aux rayonnements ionisants pour la population française.

Sources et voies d'exposition aux rayonnements ionisants



- > Irradiation externe
- - -> Contamination interne par inhalation de substances radioactives
- - -> Contamination cutanée



- > Irradiation externe
- - -> Contamination interne par ingestion de denrées contaminées
- - -> Contamination cutanée et ingestion involontaire

Ces données restent cependant trop imprécises pour identifier, pour chaque catégorie de sources d'exposition, les catégories ou groupes de personnes les plus exposés à l'exception du risque radon.

3.1 Les doses reçues par les travailleurs

3.1.1 La surveillance de l'exposition des personnes travaillant dans les installations nucléaires

Le système de surveillance des expositions des personnes susceptibles d'être exposées aux rayonnements ionisants, travaillant notamment dans les INB ou dans les installations relevant du nucléaire de proximité, est en place depuis plusieurs décennies. Fondé principalement sur le port obligatoire du [dosimètre à lecture différée](#) pour les travailleurs susceptibles d'être exposés, il permet de vérifier le respect des limites réglementaires applicables aux travailleurs. Ces limites visent l'exposition totale (depuis 2003, la limite annuelle, exprimée en termes de dose efficace, est de 20 mSv sur 12 mois consécutifs), obtenue en ajoutant la dose due à l'exposition externe et celle résultant d'une éventuelle contamination interne ; d'autres limites, appelées limites de dose équivalente, sont définies pour l'exposition externe de certaines parties du corps telles que les mains et le cristallin (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)).

Les données enregistrées permettent de connaître, pour chaque travailleur, y compris ceux des entreprises extérieures, la dose d'exposition cumulée sur une période déterminée (mensuelle ou trimestrielle). Elles sont rassemblées dans le système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants ([Siseri](#)) géré par l'IRSN et font l'objet d'une publication annuelle.

Les résultats de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants présentés ci-après sont issus du bilan IRSN 2019 – *La radioprotection des travailleurs – exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France*. Sur le plan méthodologique, comme pour les deux années précédentes, le bilan IRSN 2019 a été exclusivement réalisé à partir des données de la surveillance individuelle de l'exposition externe des travailleurs enregistrées dans la base Siseri. Le bilan des années précédentes était, quant à lui, exclusivement élaboré par agrégation des synthèses annuelles demandées aux organismes de dosimétrie. En conséquence, les résultats de 2019 ne sont directement comparables à ceux de 2018 et 2017. Afin de pouvoir néanmoins établir des tendances, les

résultats des années 2015 et 2016 ont été réévalués rétroactivement avec la nouvelle approche méthodologique (voir tableau 3).

Les tableaux 1 et 2 présentent, par domaine d'activité et pour l'année 2019, la répartition des effectifs surveillés, de la dose collective (la dose collective est la somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes donné) et du nombre de dépassements de la limite annuelle de 20 mSv. Ils témoignent d'une grande disparité de la répartition des doses selon les secteurs.

Par exemple, le secteur des activités médicales et vétérinaires, qui regroupe une part importante des effectifs surveillés (58%), ne représente que 8% de la dose collective ; par contre, le secteur de l'industrie du nucléaire civil qui ne représente que 22% des effectifs, comptabilise 40% de la dose collective et le secteur concerné par une exposition à la radioactivité naturelle qui ne représente que 6,4% de l'effectif total, comptabilise 47,7% de la dose collective. Le secteur industriel, quant à lui, représente 4% des effectifs et comptabilise 2,3% de la dose collective.

Le tableau 3 montre que le nombre total de travailleurs suivis par dosimétrie externe à lecture différée est en augmentation d'environ 1% par an depuis 2015.

En 2019, la dose collective (tous domaines confondus) atteint 112,31 homme.Sv, valeur en hausse de près de 8% par rapport à 2018 alors que la dose individuelle moyenne augmente de 7%. Ces augmentations sont principalement liées à l'augmentation du volume de travaux de maintenance dans le domaine nucléaire et à l'augmentation des doses reçues par le personnel navigant.

En 2019, cinq dépassements de la limite réglementaire de 20 mSv pour la dose efficace ont été enregistrés (voir diagramme 2).

Quatre dépassements concernent des professionnels du domaine médical et un dépassement concerne un travailleur du domaine « autres : secteur des organismes privés d'inspection et de contrôle ». Il convient de noter toutefois que, sur ces cinq cas de dépassements de la limite de dose efficace, trois ont été retenus par défaut en l'absence de retour du médecin du travail sur les conclusions de l'enquête.

Concernant la dosimétrie des extrémités (doigts et poignets), le nombre de travailleurs suivis en 2019 est de 28 623 (soit 7% de l'effectif suivi). Sur l'ensemble des effectifs suivis, il y a eu un cas

de dépassement de la limite réglementaire de la dose équivalente aux extrémités de 500 mSv, dans le domaine médical (552,17 mSv).

Par ailleurs, 4 830 travailleurs ont fait l'objet d'une surveillance de l'exposition au cristallin. Cette surveillance est en progression de plus de 38% par rapport à 2018. Cette forte augmentation est à rapprocher de l'arrivée sur le marché de plusieurs dosimètres adaptés à ce type de mesure. Huit travailleurs (secteur de la radiologie du domaine médical) ont reçu une dose équivalente supérieure à 20 mSv. La dose maximale enregistrée est de 34,74 mSv. Cette valeur est à mettre en regard de la future limite réglementaire de dose au cristallin de 20 mSv/an à partir de 2023.

En conclusion, comme les années précédentes, le *Bilan de la surveillance dosimétrique de l'exposition externe des travailleurs en 2019*, publié par l'IRSN en octobre 2020, montre globalement l'efficacité du système de prévention mis en place dans les établissements où sont utilisées les sources de rayonnements ionisants puisque, pour 91% des effectifs surveillés, la dose annuelle est restée inférieure à 1 mSv (limite de dose efficace annuelle pour le public du fait des activités nucléaires). Les dépassements des valeurs limites réglementaires, restent exceptionnels (cinq dépassements de la limite annuelle de 20 mSv).

La surveillance de l'exposition du cristallin avec, pour ce tissu, le respect de la nouvelle limite constitue le principal objectif de la radioprotection dans les toutes prochaines années et notamment dans le domaine des [pratiques médicales interventionnelles radioguidées](#).

3.1.2 Cas de l'exposition des travailleurs à la radioactivité naturelle

Exposition aux substances radioactives d'origine naturelle et au radon d'origine géologique

L'exposition des travailleurs aux substances radioactives d'origine naturelle résulte de l'ingestion de poussières de matières riches en radionucléides (phosphates, minerais métallifères), de l'inhalation de radon, formé par la désintégration de l'uranium (entrepôts

mal ventilés, thermes), ou encore de l'exposition externe due aux dépôts dans des procédés industriels (tartre se formant dans les tuyauteries par exemple).

Le [bilan des études réalisées en France entre 2005 et 2009](#), publié par l'ASN en janvier 2010, et les études publiées jusqu'en 2018 montrent que 85% des doses reçues par les travailleurs des industries concernées restent inférieures à 1 mSv/an. Les secteurs industriels où l'exposition des travailleurs est susceptible de dépasser 1 mSv/an sont les suivants : traitement du minerai de titane, fumisterie et recyclage de céramiques réfractaires, maintenance de pièces composées d'alliages au thorium dans l'aéronautique, traitement chimique du minerai de zircon, transformation mécanique et utilisation de zircon et traitement des terres rares.

Concernant l'exposition au radon d'origine géologique, les résultats issus de la surveillance de l'exposition des travailleurs au radon ne sont pas encore remontés de façon exhaustive dans Siseri. Par conséquent, toutes les entreprises présentant une activité volumique de radon dans l'air nécessitant la mise en œuvre d'une surveillance individuelle ne sont pas incluses dans le bilan IRSN 2019 publié en octobre 2020.

Exposition des personnels navigants aux rayonnements cosmiques

Les personnels navigants de compagnies aériennes ainsi que certains grands voyageurs sont exposés à des doses significatives du fait de l'altitude et de l'intensité des [rayonnements cosmiques](#) à haute altitude. Ces doses peuvent dépasser 1 mSv/an.

Depuis le 1^{er} juillet 2014, l'IRSN réalise le calcul des doses individuelles avec l'application *SievertPN*, à partir des données de vol et de présence des personnels fournies par les compagnies aériennes. Ces données sont ensuite transmises dans le registre national de dosimétrie des travailleurs Siseri.

Au 31 décembre 2019, *SievertPN* avait transmis la totalité des doses des personnels navigants à Siseri pour 15 compagnies aériennes civiles ayant adhéré au dispositif, conduisant à un total

Bilan de la surveillance dosimétrique de l'exposition externe des travailleurs aux rayonnements ionisants (exposition à la radioactivité naturelle incluse) en 2019

(Source : Bilan 2019 IRSN, octobre 2020 – « *La radioprotection des travailleurs : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France* »)

- Effectif total surveillé : 395 040 travailleurs
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée inférieure au seuil d'enregistrement : 301 493 travailleurs, soit plus de 76%
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée comprise entre le seuil d'enregistrement et 1 mSv : 59 468 travailleurs, soit environ 15%
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée comprise entre 1 mSv et 20 mSv : 34 074 travailleurs, soit plus de 8,6%
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle a dépassé 20 mSv : 5 travailleurs
- Effectif surveillé pour lequel la dose équivalente aux extrémités a dépassé 500 mSv : 1 travailleur
- Dose collective (somme des doses efficaces annuelles individuelles) : 112,3 homme.Sv
- Dose efficace individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement : 1,2 mSv

Bilan de la surveillance de l'exposition interne en 2019 (hors radioactivité naturelle)

- Nombre d'examens de routine réalisés : 228 808 (dont 0,5% considérés positifs)
- Effectif ayant fait l'objet d'une estimation dosimétrique : 217 travailleurs
- Nombre d'examens de surveillance spéciale ou de contrôle réalisés : 10 053 (dont 15% sont supérieurs au seuil d'enregistrement)
- Effectif ayant enregistré une dose efficace engagée supérieure à 1 mSv : 9 travailleurs

Bilan de la surveillance de l'exposition interne aux radionucléides naturels des chaînes de l'uranium et du thorium en 2019

- Exposition interne :
 - dose collective pour 363 travailleurs : 126,5 homme.mSv
 - dose individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement : 0,52 mSv

de 24 429 personnels navigants suivis par ce dispositif. En 2018, 16,8% des doses individuelles annuelles sont inférieures à 1 mSv et 83% des doses individuelles annuelles sont comprises entre 1 mSv et 5 mSv. La dose individuelle maximale annuelle est de 6,2 mSv.

3.2 Les doses reçues par la population

3.2.1 L'exposition de la population du fait des activités nucléaires

Les réseaux de surveillance automatisés gérés par l'IRSN sur l'ensemble du territoire (réseaux [Téléray](#), [Hydrotéléray](#) et [Téléhydro](#)) permettent de surveiller en temps réel la radioactivité dans l'environnement et de mettre en évidence toute variation anormale. Ces réseaux de mesure joueraient un rôle prépondérant, en cas d'incident ou d'accident conduisant à des

rejets de substances radioactives, pour éclairer les décisions à prendre par les autorités et pour informer la population. En situation normale, ils participent à l'évaluation de l'impact des INB (voir chapitre 3).

Par contre, il n'existe pas de méthode globale de surveillance permettant de reconstituer de façon exhaustive les doses reçues par la population du fait des activités nucléaires. De ce fait, le respect de la limite d'exposition de la population (dose efficace fixée à 1 mSv par an) n'est pas directement contrôlable. Cependant, pour les INB, les rejets d'effluents radioactifs font l'objet d'une comptabilité précise, et une surveillance radiologique de l'environnement est mise en place autour des installations. À partir des données recueillies, l'impact dosimétrique de ces rejets sur les populations vivant au voisinage immédiat des installations est

TABLEAU 1

Surveillance de l'exposition externe des travailleurs dans le domaine nucléaire civil (année 2019)

	NOMBRE DE PERSONNES SURVEILLÉES	DOSE COLLECTIVE (homme.Sv ^(*))	DOSE INDIVIDUELLE > 20 mSv
Réacteurs et production d'énergie (EDF)	24 467	6	0
« Cycle du combustible » ; démantèlement	12 552	3,41	0
Transport	686	0,08	0
Logistique et maintenance (prestataires)	31 891	31,43	0
Effluents, déchets	768	0,14	0
Autres	7 010	1,27	0
Total nucléaire civil	77 374	42,33	0

* Homme.Sv : unité de grandeur de dose collective. Pour mémoire, la dose collective est la somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes données.

(Source : Bilan IRSN, octobre 2020 – « La radioprotection des travailleurs : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France »)

TABLEAU 2

Surveillance de l'exposition externe des travailleurs dans les activités nucléaires de proximité (année 2019)

	NOMBRE DE PERSONNES SURVEILLÉES	DOSE COLLECTIVE (homme.Sv ^(*))	DOSE INDIVIDUELLE > 20 mSv
Médecine	166 059	7,38	4
Dentaire	42 530	1,45	0
Vétérinaire	20 583	0,29	0
Industrie	15 827	2,67	0
Recherche et enseignement	11 973	0,4	0
Naturel (**)	25 328	53,58	0
Total nucléaire de proximité	282 300	65,77	4

* Homme.Sv : unité de grandeur de dose collective.

** Le naturel recouvre le personnel navigant ainsi que les travailleurs exposés aux radionucléides naturels des chaînes de l'uranium et du thorium.

(Source : Bilan IRSN, octobre 2020 – « La radioprotection des travailleurs : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France »)

TABLEAU 3

Évolution des effectifs suivis et de la dose collective et individuelle moyenne sur l'effectif exposé de 2015 à 2019^(*) tous domaines confondus (A) ou sans le domaine « naturel » (B)

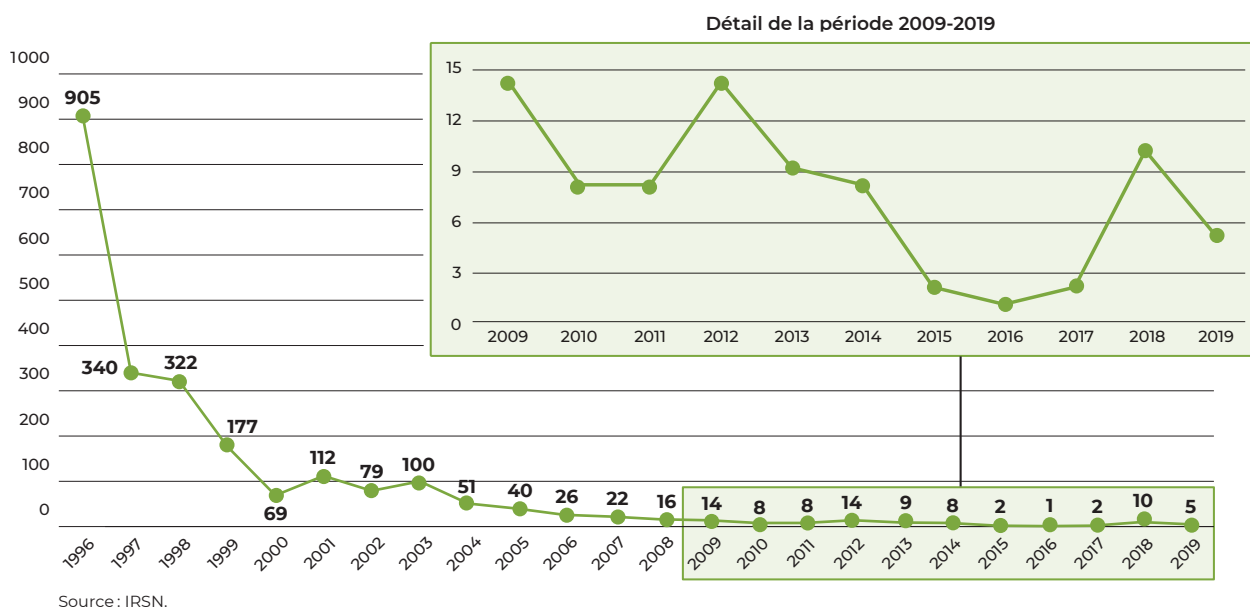
ANNÉE	EFFECTIF SUIVI		DOSE COLLECTIVE (homme.Sv)		DOSE INDIVIDUELLE MOYENNE (mSv)	
	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
2015	372 881	352 641	104,41	65,61	0,98	0,76
2016	378 304	357 527	107,53	66,71	0,96	0,73
2017	384 198	360 694	100,58	53,52	1,03	0,72
2018	390 363	365 980	104,14	55,24	1,12	0,80
2019	395 040	369 712	112,31	58,73	1,20	0,85

* À des fins de comparaison, les résultats des années 2015 et 2016 ont été réévalués rétroactivement avec la nouvelle approche méthodologique.

(Source : Bilan IRSN, octobre 2020 – « La radioprotection des travailleurs : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France »)

DIAGRAMME 2

Évolution du nombre de travailleurs surveillés dont la dose annuelle est supérieure à 20 mSv de 1996 à 2019



Source : IRSN.

ensuite calculé en utilisant des modèles permettant de simuler les transferts vers l'environnement. Les impacts dosimétriques varient, selon le type d'installation et les habitudes de vie des groupes de référence retenus, de quelques microsieverts à quelques dizaines de microsieverts par an. L'évaluation des doses dues aux INB est présentée dans le tableau 4 dans lequel figurent, pour chaque site et par année, les doses efficaces estimées pour les groupes de population de référence les plus exposés.

Ces estimations ne sont pas connues pour les activités nucléaires autres que les INB, du fait des difficultés méthodologiques pour mieux connaître l'impact de ces installations et, notamment, l'impact des rejets contenant des faibles quantités de radionucléides artificiels provenant de l'utilisation des sources radioactives non scellées dans les laboratoires de recherche ou de biologie, ou dans les services de médecine nucléaire. À titre d'exemple, l'impact des rejets hospitaliers pourrait conduire à des doses de quelques dizaines de microsieverts par an pour les personnes les plus exposées, notamment pour certains postes de travail dans les réseaux d'assainissement et stations d'épuration (études IRSN 2005 et 2015).

Des situations héritées du passé telles que les essais nucléaires aériens et l'accident de Tchernobyl (Ukraine) peuvent contribuer, de manière très faible, à l'exposition de la population. Ainsi, la dose efficace individuelle moyenne reçue actuellement due aux retombées de l'accident de Tchernobyl en France métropolitaine est estimée entre 0,01 mSv et 0,03 mSv/an (Rapport IRSN 2001). Celles dues aux retombées des tirs atmosphériques avaient été estimées, en 1980, à environ 0,02 mSv; du fait d'un facteur de décroissance d'environ 2 en 10 ans, les doses actuelles sont estimées inférieures à 0,01 mSv/an (Rapport IRSN 2015). En ce qui concerne les retombées en France de l'accident de Fukushima, les résultats publiés en France par l'IRSN en 2011 ont montré la présence d'iode radioactif à des niveaux très faibles, conduisant pour les populations à des doses très inférieures à celles estimées pour l'accident de Tchernobyl et d'impact négligeable.

3.2.2 L'exposition de la population aux rayonnements naturels

L'exposition due à la radioactivité naturelle des eaux de consommation

Les résultats de la surveillance de la qualité radiologique des eaux distribuées au robinet, exercée par les agences régionales de santé en 2008 et 2009 ([rapport DGS/ASN/IRSN](#) publié en 2011) ont montré que 99,83% de la population bénéficie d'une eau dont la qualité respecte en permanence la dose indicative de 0,1 mSv par an, fixée par la réglementation. Cette appréciation globalement satisfaisante s'applique également à la qualité radiologique des eaux conditionnées produites en France ([rapport DGS/ASN/IRSN](#) publié en 2013).

Depuis 2019, la mesure du radon contenue dans les eaux du robinet et dans les eaux embouteillées est obligatoire. Pour accompagner cette nouvelle disposition, une instruction a été établie en concertation avec l'ASN, et diffusée en 2018 aux agences régionales de santé par la direction générale de la santé (DGS) ([avis n°2018-AV-0302 de l'ASN du 6 mars 2018](#) sur les modalités de gestion du radon dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine).

L'exposition due au radon

En France, la réglementation relative à la gestion du risque lié au radon, mise en place à partir du début des années 2000 pour certains établissements recevant du public, a été étendue en 2008 à certains lieux de travail. En 2016, le radon a été introduit dans la politique de la qualité de l'air intérieur.

La transposition de la [directive n°2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013](#) fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants a conduit à modifier les dispositions applicables au radon depuis le 1^{er} juillet 2018. Un niveau de référence à 300 Bq/m³ a été introduit. Il est applicable à toutes les situations, ce qui permet de gérer le risque sanitaire lié au radon par une approche globale. La réglementation s'est étoffée avec des dispositions concernant les trois secteurs principaux :

- pour le grand public, une avancée significative a été introduite : le radon est désormais intégré dans l'information des acquéreurs et locataires de biens immobiliers situés dans

TABLEAU 4

Impact radiologique des INB depuis 2014 calculé par les exploitants à partir des rejets réels des installations et pour les groupes de référence les plus exposés (données fournies par les exploitants nucléaires)

EXPLOITANT/SITE	GROUPE DE RÉFÉRENCE LE PLUS EXPOSÉ EN 2019	DISTANCE AU SITE EN km	ESTIMATION DES DOSES REÇUES, EN mSv ^(a) (les valeurs, calculées par l'exploitant, sont arrondies à l'unité supérieure)					
			2014	2015	2016	2017	2018	2019
Andra / CSA	Groupe multi-activité Ville-aux-Bois	1,7	2.10 ⁻⁶	2.10 ⁻⁶	2.10 ⁻⁶	2.10 ⁻⁶	3.10 ⁻⁷	3.10 ⁻⁷
Andra / Centre de stockage de la Manche	Hameau de La Fosse	2,5	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
Framatome Romans	Ferme Riffard	0,2	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁵
Orano Cycle / La Hague	Digulleville	2,8	2.10 ⁻²	2.10 ⁻²	2.10 ⁻²	2.10 ⁻²	2.10 ⁻²	2.10 ⁻²
Orano / Tricastin (Areva NC, Comurhex, Eurodif, Socatri, SET)	Les Girardes	1,2	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁵	8.10 ⁻⁵
CEA / Cadarache ^(b)	Saint-Paul-lez-Durance	5	2.10 ⁻³	1.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<3.10 ⁻³	<2.10 ⁻³
CEA / Fontenay-aux-Roses ^(b)	Achères	30	1.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴
CEA / Grenoble ^(c)	-	-	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)
CEA / Marcoule ^(b) (Atalante, Centraco, Phénix, Melox, CIS bio)	Codolet	2	2.10 ⁻³	2.10 ⁻⁵	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³
CEA / Saclay ^(b)	Le Christ de Saclay	1	2.10 ⁻³	2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<4.10 ⁻³
EDF / Belleville-sur-Loire	Beaulieu-sur-Loire	1,8	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴
EDF / Blayais	Braud et Saint-Louis	2,5	6.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴
EDF / Bugey	Vernas	1,8	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Cattenom	Koenigsmacker	4,8	8.10 ⁻³	7.10 ⁻³	9.10 ⁻³	8.10 ⁻³	9.10 ⁻³	1.10 ⁻²
EDF / Chinon	La Chapelle-sur-Loire	1,6	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Chooz	Chooz	1,5	7.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴
EDF / Civaux	Valdivienne	1,9	8.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁴	2.10 ⁻³	8.10 ⁻⁴	8.10 ⁻⁴	2.10 ⁻³
EDF / Creys-Malville	Creys-Mépieu	0,95	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁶	3.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵
EDF / Cruas-Meyssse	Savasse	2,4	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻³	3.10 ⁻⁴
EDF / Dampierre-en-Burly	Lion-en-Sulias	1,6	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴
EDF / Fessenheim	Rheinwartenhaus	1,3	4.10 ⁻⁵	4.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	5.10 ⁻⁵	4.10 ⁻⁵
EDF / Flamanville	Flamanville	0,8	5.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	7.10 ⁻⁵
EDF / Golfech	Valence	3,4	2.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Gravelines	Grand-Fort-Philippe	2,5	8.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	8.10 ⁻⁴	1.10 ⁻³
EDF / Nogent-sur-Seine	Saint-Nicolas-la-Chapelle	2,3	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	7.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴
EDF / Paluel	Paluel	1,1	9.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴
EDF / Penly	Berneval-le-Grand	3,1	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴
EDF / Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	1,7	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴
EDF / Saint-Laurent-des-Eaux	Lestiou	1,7	2.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴
EDF / Tricastin	Bollène	1,3	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
Ganil / Caen	IUT	0,6	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	8.10 ⁻³	8.10 ⁻³	7.10 ⁻³
ILL / Grenoble	Fontaine (rejets gazeux) et Saint-Égrève (rejets liquides)	1 et 1,4	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁵

(a) Pour les installations exploitées par EDF, jusqu'en 2008, seules les valeurs « adultes » étaient calculées. De 2010 à 2012, la dose du groupe de référence le plus exposé de chaque site parmi deux classes d'âge (adulte ou nourrisson) est mentionnée. À partir de 2013, la dose du groupe de référence est réalisée sur trois classes d'âge (adulte, enfant, nourrisson) pour toutes les INB. La valeur de dose indiquée est la valeur la plus contraignante des classes d'âge.

(b) Pour les sites de Cadarache, Saclay, Fontenay-aux-Roses et Marcoule, les estimations de dose renseignées dans le tableau résultent d'une somme des estimations de dose transmises par le CEA. Ces estimations comportant au moins un terme inférieur à 0,01 microsievert, les valeurs indiquées sont précédées du signe « inférieur à (<) ».

(c) Le site n'ayant plus de rejets radioactifs depuis 2014, l'impact radiologique induit par les rejets radioactifs est donc nul depuis 2014.

les zones où le potentiel radon est susceptible d'être le plus important ;

- dans les lieux de travail, la réglementation a été étendue aux activités professionnelles exercées au rez-de-chaussée ainsi que dans certains lieux spécifiques de travail. Quelle que soit la zone à potentiel radon où se situe le lieu de travail, l'évaluation des risques doit prendre en compte le radon. Au besoin, un mesurage peut être réalisé dans ce cadre. S'il y a un risque d'atteinte ou de dépassement du niveau de référence

de 300 Bq/m³, l'employeur doit agir pour réduire l'activité volumique en radon. Si les actions se révèlent inefficaces, il doit identifier d'éventuelles « zones radon », puis mettre en œuvre des mesures de radioprotection, si nécessaire en fonction de l'exposition des travailleurs ;

- dans certains établissements recevant du public, des ajustements ont été apportés aux modalités de gestion du radon avec notamment l'ajout des établissements d'accueil d'enfants de moins de 6 ans dans le dispositif et une obligation d'informer

Le 4^e plan national d'action pour la gestion du risque lié au radon pour la période 2020-2024

Le 4^e plan national d'action pour la gestion du risque lié au radon pour la période 2020-2024 a été publié début 2021. Il s'inscrit dans le cadre du 4^e plan national santé environnement qui coordonne désormais tous les plans sectoriels portant sur la santé ou l'environnement, lui-même porté par la stratégie nationale de santé publique 2018-2022, dont l'une des actions vise à réduire l'exposition aux pollutions intérieures. Cette action vise explicitement les effets du radon dans l'habitat : « *au-delà de l'insalubrité, il s'agit de promouvoir les conditions d'un habitat favorable à la santé et de réduire les effets des expositions dans l'habitat (pollution chimique, radon, etc.)* ».

Dans la continuité des plans précédents, il se décline en 13 actions, regroupées autour de trois axes :

Axe 1: Mettre en place une stratégie d'information et de sensibilisation

L'enjeu sanitaire que représente le radon nécessite de poursuivre les actions de sensibilisation et d'information en direction de l'ensemble des acteurs (collectivités territoriales, employeurs, professionnels du bâtiment, professionnels de santé, enseignants, etc.) et du grand public, tant au niveau national que local, avec la promotion et l'accompagnement des actions territoriales de gestion intégrée du risque lié au radon dans l'habitat.

Les fumeurs feront l'objet d'une communication spécifique, car ils constituent la population la plus à risque de développer un cancer du poumon lié à une exposition cumulée au radon et au tabac.

La mise en œuvre opérationnelle du système d'information regroupant l'ensemble des résultats de mesures de radon, ainsi que la consolidation et la centralisation des mesures existantes, apparaissent essentielles pour l'information de la population.

L'ensemble de ces actions s'inscrit également dans un cadre réglementaire complété, pour l'habitat, par la mise en place de mesures d'information du public, notamment des acquéreurs et locataires. La bonne mise en œuvre de ces nouvelles dispositions réglementaires par les acteurs concernés constitue un des enjeux prioritaires du 4^e plan radon.

Axe 2: Poursuivre l'amélioration des connaissances

La publication en 2018 d'une nouvelle cartographie à l'échelle communale, fondée sur trois zones à potentiel radon, a permis la mise en œuvre d'une approche graduée de la gestion du risque radon. Cette cartographie doit toutefois être améliorée de manière à mieux prendre en compte certains facteurs géologiques particuliers pouvant faciliter le transfert du radon vers les bâtiments (zones karstiques en particulier). De plus, le 4^e plan radon prévoit d'actualiser la connaissance de l'exposition de la population en France en organisant la collecte des données de mesures réalisées, notamment, dans le cadre des opérations locales de sensibilisation. L'objectif

dans un premier temps sera d'orienter, si possible, les mesures réalisées lors de ces opérations de sensibilisation du public organisées par les agences régionales de santé (ARS) et les collectivités territoriales pour couvrir les zones où les données sont insuffisantes. Ces opérations consistent à proposer des kits de dépistage aux habitants d'un territoire donné pour les sensibiliser au risque radon. Un accompagnement est ensuite prévu si la concentration en radon dans l'air intérieur de l'habitat dépasse le niveau de référence. Plusieurs opérations de ce type sont menées chaque année en France.

Axe 3: Mieux prendre en compte la gestion du risque radon dans les bâtiments

Les organisations de professionnels du bâtiment prennent conscience de l'enjeu sanitaire lié au radon. Afin d'accompagner la montée en compétence de leurs adhérents, elles ont récemment développé des formations abordant les méthodes de prévention et de réduction de la concentration et différents supports pour répondre aux besoins. Les différents outils francophones ont été recensés. Pour compléter l'offre, un guide destiné aux professionnels et aux particuliers va établir des recommandations en matière de prévention dans les constructions neuves et de réduction de la concentration du radon dans les bâtiments existants. Les avancées dans la connaissance de l'efficacité des normes de construction sur la réduction de la concentration en radon dans l'air intérieur doivent être consolidées.

Afin de suivre l'efficacité de la stratégie nationale mise en œuvre dans le cadre du plan national d'action, un système d'indicateurs spécifiques a été mis en place, choisis en fonction de leur pertinence et des données disponibles permettant leur suivi. L'évolution des indicateurs sera analysée annuellement par le comité de pilotage du suivi du nouveau plan d'action.

La mise en œuvre du plan national d'action permettra d'améliorer l'information du grand public et des acteurs concernés, de progresser dans la connaissance de l'exposition au radon dans l'habitat et son évolution.

TABLEAU 5

Nombre total d'actes et dose efficace collective associée pour chaque modalité d'imagerie (valeurs arrondies) en France en 2012

MODALITÉ D'IMAGERIE	ACTES		DOSE EFFICACE COLLECTIVE TOTALE : 102 198 Sv
	NOMBRE	%	%
Radiologie conventionnelle (hors dentaire)	44 175 500	54,0	17,7
Radiologie dentaire	27 616 000	33,8	0,2
Scanographie	8 484 000	10,4	71,2
Radiologie interventionnelle diagnostique	377 000	0,5	3,1
Médecine nucléaire	1 103 000	1,3	7,8
Total	81 755 500	100,0	100,0

Source : IRSN 2014.

le public par affichage des résultats de mesure⁽⁴⁾. La nature des actions à mettre en œuvre en cas de dépassement du niveau de référence de 300 Bq/m³ est graduée en fonction des résultats des mesures⁽⁴⁾ : actions correctives simples en cas de concentration de radon comprise entre 300 et 1 000 Bq/m³, expertise et travaux si les actions correctives ne permettent pas d'abaisser la concentration de radon en deçà du niveau de référence ou si les résultats de mesure sont supérieurs ou égaux à 1 000 Bq/m³.

Les résultats transmis par les organismes agréés par l'ASN pour les campagnes 2018/2019 et 2019/2020 montrent que la majorité des dépistages a été réalisée dans des établissements d'enseignement et des établissements sanitaires et médico-sociaux (respectivement 61 % et 28 % des dépistages). Les établissements d'accueil collectif des enfants de moins de 6 ans, qui constituent une nouvelle catégorie d'établissements recevant du public (ERP) soumis à la gestion du risque lié au radon représentent 11% des mesurages réalisés pendant la campagne 2019/2020. La concentration volumique en radon est inférieure au niveau de référence de 300 Bq/m³ pour 77 % des établissements d'enseignement et 87 % des établissements sanitaires et médico-sociaux dépistés.

Les données recueillies dans 306 ERP montrent que les actions correctives ou les travaux destinés à réduire la concentration du radon ont permis d'abaisser la concentration en dessous de 300 Bq/m³ dans seulement 41 % des ERP.

Bilan du 3^e plan national d'action radon (2016-2019)

Le [3^e plan radon](#) couvrait la période 2016-2019. Bien que la transposition de la directive n° 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 (en 2016 pour la partie législative et en 2018 et 2019 pour la partie réglementaire) ait eu un impact important sur la mise en œuvre, la plupart des actions concernées sont terminées ou en cours de réalisation. Son bilan fait apparaître les points principaux suivants :

- la publication en juin 2018 d'une cartographie du risque radon⁽⁵⁾ définie à l'échelle plus précise de la commune et incluant désormais les territoires d'outre-mer. Elle constitue un outil commun à toutes les stratégies de gestion, fondé sur une division du territoire en trois zones à potentiel radon ;
- la mise en œuvre de nombreuses actions de communication sur le risque lié au radon et sur les nouvelles dispositions réglementaires introduites en droit français depuis le 1^{er} juillet 2018. En particulier, les opérations locales de sensibilisation des particuliers se sont poursuivies et des sessions d'information ont été organisées au niveau national ou local à destination des différents acteurs : gestionnaires d'établissements recevant

du public, préventeurs de risques, professionnels du bâtiment, organismes agréés par l'ASN pour la mesure de l'activité volumique du radon ;

- la définition progressive de bonnes pratiques en matière de méthodes de prévention pour les constructions neuves et de réduction de la concentration de radon pour les constructions existantes. Cela a été rendu possible grâce à la capitalisation d'exemples de constructions et de travaux, du retour d'expérience des professionnels du bâtiment et de la publication d'études françaises et étrangères ;
- le développement de formations des professionnels du bâtiment, le radon étant désormais inclus dans des thématiques plus larges, soit de la qualité de l'air intérieur, soit de la rénovation énergétique.

3.3 Les doses reçues par les patients

En France, l'exposition à des fins médicales représente la part la plus importante des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. Elle progresse depuis une trentaine d'années du fait de l'augmentation du nombre d'[examens radiologiques](#), notamment d'examens scanographiques, du vieillissement de la population, des stratégies déployées pour une meilleure prise en charge de patients, en particulier dans le cadre de la surveillance après traitement d'un cancer et des maladies coronariennes. Elle fait l'objet depuis 2002 d'un bilan régulier par l'IRSN.

La dose efficace moyenne par habitant du fait des examens radiologiques à visée diagnostique a été évaluée à 1,53 mSv pour l'année 2017 (Étude expri IRSN 2020) pour un volume d'actes diagnostiques de l'ordre de 85 millions en 2017 (81,6 millions en 2012), soit 1187 actes pour 1 000 bénéficiaires et par an. Il faut noter que l'exposition individuelle en 2017 comme auparavant est très hétérogène. Ainsi, si environ 32,7% de la population française a bénéficié d'au moins un acte (hors actes dentaires), la moitié des patients reçoit une dose inférieure ou égale à 0,1 mSv, 75 % reçoit 1,5 mSv ou moins, tandis que les 5 % des patients les plus exposés reçoivent une dose supérieure à 18,1 mSv.

La radiologie conventionnelle (55,1%), la scanographie (12,8%) et la radiologie dentaire (29,6%) regroupent le plus grand nombre d'actes. C'est la contribution de la scanographie à la dose efficace collective qui reste prépondérante et plus significative en 2017 (75%) qu'en 2012 (71%), alors que celle de la radiologie dentaire reste très faible (0,3%).

4. Arrêté du 26 février 2019 relatif aux modalités de gestion du radon dans certains établissements recevant du public et de diffusion de l'information auprès des personnes qui fréquentent ces établissements.

5. Arrêté du 27 juin 2018 portant délimitation des zones à potentiel radon du territoire français.

Actions des divisions territoriales de l'ASN pour la prévention du risque lié au radon dans les territoires

En 2020, les divisions de l'ASN, avec les administrations (Dreal, ARS, Direccte) et les organisations partenaires (Cerema, associations professionnelles, collectivités locales, etc.), ont poursuivi les **actions de sensibilisation** des élus, professionnels du bâtiment, employeurs, responsables d'établissement recevant du public (ERP) et grand public aux évolutions réglementaires intervenues depuis 2018 (voir point 3.2.2).

À titre d'illustration :

- En **Pays de la Loire** et **Bretagne**, dont les départements (à l'exception de la Sarthe) ont entre 65 % et 93 % de leurs communes situées dans des zones à potentiel radon significatif (catégorie 3), la division de Nantes a organisé avec les ARS, Dreal et Direccte deux « Matinales du radon », l'une à Rennes (35) et l'autre en webinaire pour le département de la Vendée (85). Entre 50 et 80 représentants de collectivités locales, d'établissements d'enseignement, d'établissements sanitaires et sociaux, d'associations et d'organismes agréés ont participé à chaque édition. Chacune d'entre elles a présenté les nouvelles obligations réglementaires dans les ERP, dans les lieux de travail et dans l'habitat privé (information de l'acheteur et du locataire) pour inciter les collectivités locales à mener des campagnes de mesure du radon dans l'habitat privé et de sensibilisation du grand public. L'ASN a également financé dans ces régions quatre actions portées par des centres permanents d'initiatives pour l'environnement ou des collectivités, notamment des campagnes de mesures volontaires du radon dans l'habitat privé et l'accompagnement des personnes concernées par des teneurs élevées dans le cadre du plan régional santé environnement en Pays de la Loire. À ce titre, la division de Nantes en collaboration avec l'ARS a également participé aux réunions de lancement de campagne radon dans l'habitat privé.
- En **Bourgogne-Franche-Comté**, l'aboutissement de la première étape du projet franco-suisse JURADBAT a conduit au lancement d'un site internet dédié au radon et à la qualité de l'air intérieur dans l'arc jurassien en 2019, l'année 2020 a été consacrée à des actions de pérennisation de ce site internet. Celui-ci constitue une boîte à outils en ligne pour l'information de la population, des collectivités territoriales, ainsi que des professionnels de la construction. Ce site intègre des informations générales, réglementaires, des fiches pratiques et techniques, des cartes interactives des mesures de radon en Suisse et en Franche-Comté, ainsi que des modules de formation.
- En région **Centre-Val de Loire**, la division d'Orléans a participé à l'information des élus des quatre communes concernées par la mise en place d'une campagne de dépistage, situées en zone 3 (fort potentiel de radon), du département du Cher.
- En **Nouvelle-Aquitaine**, la division de Bordeaux a mis en place, conjointement avec l'ARS, la Direccte et la Dreal, un plan de communication à destination des élus et des responsables d'ERP

afin de les accompagner dans la mise en œuvre des nouvelles dispositions réglementaires.

- En **Provence-Alpes-Côte d'Azur** et en **Occitanie**, les divisions de l'ASN ont cosigné des courriers d'information à l'attention de gestionnaires d'ERP.

En outre, les inspections de la radioprotection conduites en 2020 dans des établissements médicaux ou industriels situés sur des communes en zone 3 de potentiel radon ont été mises à profit par certaines divisions pour expliciter les obligations réglementaires des gestionnaires d'établissements recevant du public et des employeurs sur les lieux de travail.

Cette sensibilisation s'accompagne **en parallèle d'actions de contrôle** ciblées des ERP : des collèges et lycées publics, gérés respectivement par les conseils départementaux et conseils régionaux, ainsi que des établissements thermaux.

Ainsi, la division de Marseille a réalisé avec l'ARS une inspection du conseil régional de Provence-Alpes-Côte d'Azur. La division de Lyon a réalisé une inspection des conseils départementaux de l'Isère, de la Haute-Loire et du Rhône. Elle a également inspecté un établissement thermal pour lequel une forte concentration en radon a été mesurée. Ces inspections ont confirmé le besoin de réaliser un suivi dans le temps des actions mises en œuvre par ces établissements pour réduire les expositions au radon.

La division de Nantes a réalisé deux inspections auprès du conseil départemental de la Sarthe (dernier conseil départemental qui n'avait pas été inspecté les années précédentes pour les régions Pays de la Loire et Bretagne) et de la ville de Laval afin de s'assurer de la mise en œuvre des campagnes de mesure de radon dans les établissements scolaires (collèges, écoles) et des mesures prises en cas de dépassement. Ces inspections ont mis en évidence un dépassement des échéances réglementaires pour la réalisation des mesurages et la nécessité d'actualiser les évaluations des risques professionnels sur ce sujet.

La division de Dijon a priorisé le contrôle de stations thermales. Deux inspections ont été conduites au sein des thermes de Salin-les-bains et de Luxeuil-les-bains. Ces inspections ont permis de constater la bonne sensibilisation de ces établissements aux enjeux de radioprotection et une bonne prise en compte des exigences du code de la santé publique et du code du travail. Ainsi, des campagnes de dépistage du radon avaient été réalisées, bien que les communes ne soient pas classées en zone 3 de potentiel radon, dans les locaux accueillants du public comme dans ceux réservés aux travailleurs. Toutefois, quelques contrôles complémentaires devront être réalisés afin de compléter les évaluations de l'exposition pour les travailleurs.

Plusieurs autres actions de sensibilisation ou de contrôle, prévues en 2020, ont été reportées en raison de la crise sanitaire.

Chez les adolescents, les actes de radiologie conventionnelle et dentaire sont les plus nombreux (environ 1000 actes pour 1 000 individus en 2017). Malgré leur fréquence, les actes de radiologie conventionnelle et dentaire dans cette population ne représentent que 0,5% de la dose collective.

À noter enfin :

- un effectif national estimé à plus de 30 000 patients a été exposé à une dose efficace cumulée de plus de 100 mSv en 2017 en raison d'exams scanners multiples. Ce chiffre atteint 500 000 si une durée de cumul de 6 ans est considérée. Cette population fortement exposée semble être en augmentation régulière et relativement rapide depuis 2012. L'essentiel de cette population est âgée, cependant un quart a moins de 55 ans. La question des éventuels effets radio-induits à long terme se pose donc pour cette population spécifique. Il est utile de rappeler que ces patients sont très vraisemblablement suivis pour des pathologies lourdes et que les examens scanner sont probablement indispensables à leur prise en charge ;
- à partir d'un échantillon de 120 000 enfants nés entre 2000 et 2015, l'IRSN rapporte qu'en 2015, 31,3% des enfants de l'échantillon ont été exposés aux rayonnements ionisants à des fins diagnostiques (en hausse de 2% par rapport à l'année 2010). La dose efficace moyenne est estimée à 0,43 mSv et la médiane à 0,02 mSv (en baisse pour la moyenne, mais équivalente pour la valeur médiane). Selon la catégorie d'âge, cette valeur médiane varie fortement. Pour les moins d'un an, elle est de 0,55 mSv (valeur la plus haute) et entre 6-10 ans elle est égale à 0,012 mSv.

Il faut cependant tenir compte dans ces études des incertitudes importantes sur les valeurs de dose efficace moyenne par type d'acte, ce qui justifie de progresser dans les estimations de doses lors de la prochaine étude d'exposition de la population générale.

Une attention particulière doit être exercée pour contrôler et réduire les doses liées à l'imagerie médicale, notamment lorsque des techniques alternatives peuvent être utilisées pour une même indication, car la multiplication des examens les plus irradiants, pour une même personne, pourrait conduire à atteindre une valeur de dose efficace de plusieurs dizaines de millisieverts ; à ce niveau d'exposition, certaines études épidémiologiques ont pu mettre en évidence la survenue de cancers radio-induits.

La maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes lors d'un examen médical reste une priorité pour l'ASN. Un [2^e plan d'action](#) a été publié en juillet 2018. Celui-ci prolonge le premier plan (2011-2017), établi en liaison avec les parties prenantes (institutionnelles et professionnelles).

3.4 L'exposition des espèces non humaines (animales et végétales)

Le système international de radioprotection a été construit en vue d'assurer la protection de l'homme vis-à-vis des effets des rayonnements ionisants. La prise en compte de la radioactivité dans l'environnement est jusqu'à présent évaluée par rapport à son impact sur les êtres humains et, en l'absence d'élément contraire, il est aujourd'hui considéré que les normes actuelles garantissent la protection des autres espèces.

Le 2^e plan d'action pour la maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes en imagerie médicale

En France, l'exposition à des fins médicales représente la première source d'expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. Cette exposition est en augmentation du fait principalement de l'accroissement du nombre d'exams de scanographie. Les examens d'imagerie ont prouvé leur intérêt et leur apport tant pour le diagnostic que pour le traitement. L'enjeu est toutefois d'éviter les examens qui ne sont pas vraiment nécessaires, ou sans réel bénéfice pour les patients, et dont le résultat est susceptible d'être obtenu par d'autres techniques disponibles non irradiantes.

La maîtrise des doses délivrées aux patients à des fins de diagnostic ou à visée thérapeutique conduit à agir sur l'appropriation des principes de justification et d'optimisation dans l'exercice des pratiques médicales faisant appel aux rayonnements ionisants.

Le [2^e plan d'action de l'ASN](#), publié en juillet 2018, vise à poursuivre la promotion d'une culture de radioprotection des professionnels avec le renforcement des compétences et l'harmonisation des pratiques, dans un cadre réglementaire mis à jour. Les actions visent plusieurs domaines : la responsabilisation et la sensibilisation des professionnels, la formation, les nouvelles pratiques et techniques, les équipements. En 2020, les actions se sont poursuivies.

Concernant la responsabilisation et la sensibilisation des professionnels en matière de justification des

examens et d'optimisation des doses délivrées, l'ASN a travaillé en lien étroit avec le ministère des Solidarités et de la Santé afin d'assurer la continuité des actions d'amélioration de la radioprotection des patients mises en œuvre grâce aux plans d'organisation de la physique médicale (POPM) mis en place dans les établissements. De même, l'ASN a travaillé en lien étroit avec la Haute Autorité de santé (HAS) afin de renouveler l'accord-cadre entre les deux institutions et poursuivre la collaboration sur les thématiques d'assurance de la qualité, d'analyse des pratiques, de gestion des risques et de recommandations de bonnes pratiques.

Concernant la formation, deux nouveaux guides professionnels élaborés par les sociétés savantes ont été approuvés par l'ASN, à destination des médecins qualifiés en cardiologie interventionnelle (chez l'adulte ou l'enfant) et des professionnels réalisant l'installation, la maintenance des dispositifs médicaux émetteurs de rayonnements ionisants.

Concernant la mise en place de nouvelles techniques et pratiques, le comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques médicales utilisant des rayonnements ionisants s'est réuni afin d'examiner un nouveau dispositif d'accélérateur de particules récemment mis en service aux États-Unis et de recueillir des informations relatives à la radioprotection des travailleurs et des patients lors de l'utilisation.

La protection de l'environnement vis-à-vis du risque radiologique, et notamment la protection des espèces non humaines, doit toutefois pouvoir être garantie indépendamment des effets sur l'homme. Rappelant que cet objectif est déjà intégré dans la législation nationale, l'ASN veillera à ce que l'impact des rayonnements ionisants sur les espèces non humaines soit effectivement pris en compte dans la réglementation et dans les autorisations des activités nucléaires, dès que les méthodes d'évaluation seront disponibles. À partir du rapport d'expertise de l'IRSN, le [GPRADE](#) a adopté un [avis en septembre 2015](#). Suivant les recommandations de cet avis, l'ASN a mis en place à la fin de l'année 2017 un groupe de travail pluraliste et pluridisciplinaire piloté par l'IRSN pour élaborer un Guide méthodologique de l'évaluation de l'impact des rayonnements ionisants sur la faune et la flore. Le projet de guide a été remis à l'ASN et présenté au GPRADE à la fin de l'année 2020.

CHAPITRE

02

LES PRINCIPES
DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET
DE LA RADIOPROTECTION
ET LES ACTEURS DU CONTRÔLE



1 Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection P.122

1.1 Les principes fondamentaux

- 1.1.1 Le principe de responsabilité de l'exploitant
- 1.1.2 Le principe du « pollueur-payeur »
- 1.1.3 Le principe de précaution
- 1.1.4 Le principe de participation
- 1.1.5 Le principe de justification
- 1.1.6 Le principe d'optimisation
- 1.1.7 Le principe de limitation
- 1.1.8 Le principe de prévention

1.2 Quelques aspects de la démarche de sûreté

- 1.2.1 La culture de sûreté
- 1.2.2 Le concept de défense en profondeur
- 1.2.3 L'interposition de barrières
- 1.2.4 La démarche déterministe et la démarche probabiliste
- 1.2.5 Le retour d'expérience
- 1.2.6 Les facteurs sociaux, organisationnels et humains

2 Les acteurs P.127

2.1 Le Parlement

2.2 Le Gouvernement

- 2.2.1 Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection
- 2.2.2 Les services déconcentrés de l'État

2.3 L'Autorité de sûreté nucléaire

- 2.3.1 Les missions
- 2.3.2 L'organisation
- 2.3.3 Le fonctionnement

2.4 Les instances consultatives et de concertation

- 2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire
- 2.4.2 Le Haut Conseil de la santé publique
- 2.4.3 Le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques
- 2.4.4 Les commissions locales d'information et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information

2.5 Les appuis techniques de l'ASN

- 2.5.1 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
- 2.5.2 Les groupes permanents d'experts
- 2.5.3 Le comité scientifique
- 2.5.4 Les autres appuis techniques de l'ASN

2.6 Les groupes de travail pluralistes

- 2.6.1 Le groupe de travail sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
- 2.6.2 Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire
- 2.6.3 Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants
- 2.6.4 Les autres groupes de travail pluralistes

2.7 Les autres acteurs

- 2.7.1 L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé
- 2.7.2 La Haute Autorité de santé
- 2.7.3 L'Institut national du cancer

2.8 Les autorités de sûreté : une comparaison internationale

3 Le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection P.143

4 Perspectives P.144

Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et les acteurs du contrôle

La sûreté nucléaire est définie dans le [code de l'environnement](#) comme comprenant «*la sûreté nucléaire, la radioprotection, la prévention et la lutte contre les actes de malveillance ainsi que les actions de sécurité civile en cas d'accident*». La sûreté nucléaire est «*l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations nucléaires de base ainsi qu'au transport de substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets*». La radioprotection est, quant à elle, définie comme «*la protection contre les rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par les atteintes portées à l'environnement*».

La sûreté nucléaire et la radioprotection obéissent à des principes et démarches mis en place progressivement et enrichis continuellement du retour d'expérience. Les principes fondamentaux qui les guident sont promus au plan international par

l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Ils ont été inscrits en France dans la Constitution ou dans la loi et figurent désormais dans des directives européennes.

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection des activités nucléaires civiles est assuré par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), autorité administrative indépendante, en relation avec le Parlement et d'autres acteurs de l'État, au sein du Gouvernement et des préfectures. Ce contrôle, qui s'étend à des domaines connexes comme les pollutions chroniques de toute nature émises par certaines activités nucléaires, s'appuie sur des expertises techniques, fournies notamment par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

La prévention et la lutte contre les actes de malveillance pouvant affecter les matières nucléaires, leurs installations et leurs transports relèvent, au sein de l'État, du ministre de la Transition écologique, qui dispose des services du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) pour l'assurer. Bien que distincts, les deux domaines de la sûreté nucléaire et de la prévention des actes de malveillance sont très liés et les autorités qui en sont chargées coopèrent étroitement.

1. Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

1.1 Les principes fondamentaux

Les activités nucléaires doivent s'exercer dans le respect de principes fondamentaux inscrits dans des textes juridiques ou des normes internationales.

Il s'agit notamment :

- au niveau national, des principes inscrits dans la [Charte de l'environnement](#) – qui a valeur constitutionnelle – et dans différents codes ([code de l'environnement](#), code du travail, [code de la santé publique](#));
- sur le plan européen, des règles définies par les directives établissant un [cadre communautaire](#) pour la sûreté des installations nucléaires et pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs;
- au niveau international, des dix principes fondamentaux de sûreté établis par l'[AIEA](#) (voir encadré page 124 et chapitre 6, point 3.1) mis en application par la [Convention sur la sûreté nucléaire](#) (voir chapitre 6, point 4.1), qui établit le cadre international du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Ces diverses dispositions d'origines différentes se recoupent largement. Elles peuvent être regroupées sous la forme des huit principes présentés ci-après.

1.1.1 Le principe de responsabilité de l'exploitant

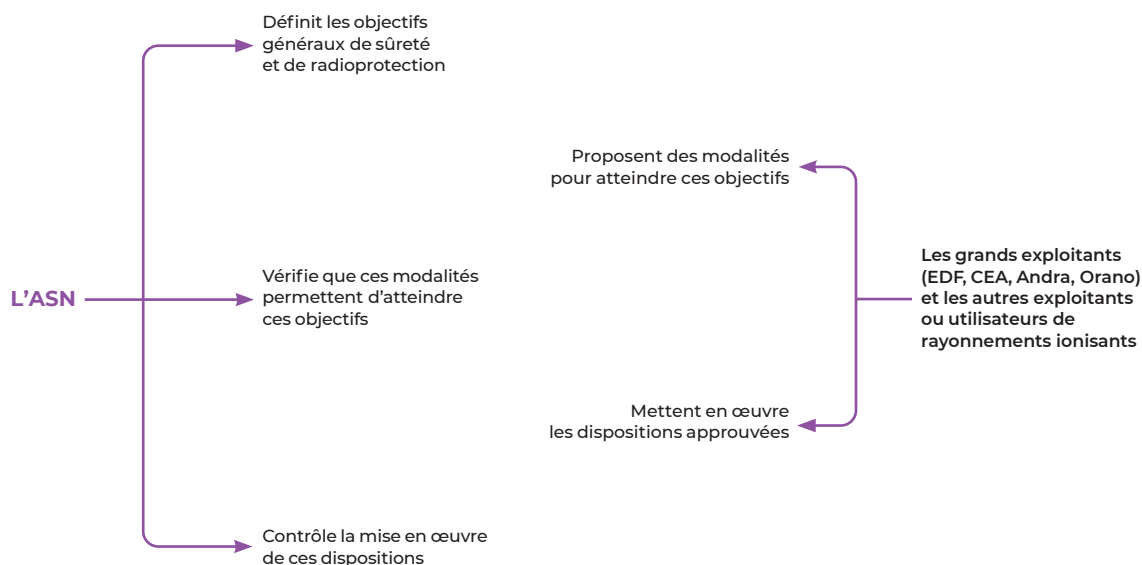
Ce principe, défini à l'article 9 de la [Convention sur la sûreté nucléaire](#), est le premier des principes fondamentaux de sûreté de l'AIEA. Il prévoit que la responsabilité en matière de sûreté des activités nucléaires à risques incombe à ceux qui les entreprennent ou les exercent.

Il trouve directement son application dans l'ensemble des activités nucléaires.

1.1.2 Le principe du « pollueur-payeur »

Le principe pollueur-payeur, figurant à l'[article 110-1 du code de l'environnement](#), stipule que les frais résultant des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur.

Responsabilité des exploitants et responsabilité de l'ASN



1.1.3 Le principe de précaution

Le principe de précaution, défini à l'article 5 de la Charte de l'environnement, énonce que « l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement ».

Ce principe se traduit, par exemple, en ce qui concerne les effets biologiques des rayonnements ionisants à faibles doses, par l'adoption d'une relation linéaire et sans seuil entre la dose et l'effet. Le chapitre 1 de ce rapport précise ce point.

1.1.4 Le principe de participation

Le principe de participation prévoit la participation des populations à l'élaboration des décisions des pouvoirs publics. S'inscrivant dans la ligne de la [Convention d'Aarhus](#), l'article 7 de la Charte de l'environnement le définit en ces termes : « Toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi, d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques et de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement. »

Dans le domaine nucléaire, ce principe se traduit notamment par l'organisation de débats publics nationaux, obligatoires avant la construction d'une centrale nucléaire, par exemple, ou bien désormais de certains plans et programmes soumis à évaluation environnementale stratégique comme le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs ([PNGMDR](#)). Il faut aussi citer les enquêtes publiques, notamment au cours de l'instruction des dossiers relatifs à la création ou au démantèlement d'installations nucléaires, la [consultation du public](#) sur les projets de décision ayant une incidence sur l'environnement ou encore la mise à disposition, par un exploitant d'installation nucléaire de base (INB), de son dossier portant sur une modification de son installation susceptible de provoquer un accroissement significatif des prélèvements d'eau ou des rejets dans l'environnement de l'installation.

1.1.5 Le principe de justification

Le principe de justification, défini par l'[article L. 1333-2 du code de la santé publique](#), dispose que : « Une activité nucléaire ne peut être entreprise ou exercée que si elle est justifiée par les avantages qu'elle procure sur le plan individuel ou collectif, notamment en matière sanitaire, sociale, économique ou scientifique, rapportés aux risques inhérents à l'exposition aux rayonnements ionisants auxquels elle est susceptible de soumettre les personnes. »

L'évaluation du bénéfice attendu d'une activité nucléaire et des inconvénients associés peut conduire à interdire une activité pour laquelle le bénéfice apparaît insuffisant au regard du risque sanitaire. Pour les activités existantes, une réévaluation de la justification peut être réalisée si l'état des connaissances et des techniques le justifie.

1.1.6 Le principe d'optimisation

Le principe d'optimisation, défini par l'article L. 1333-2 du code de la santé publique, dispose que : « Le niveau de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants [...], la probabilité de la survenue de cette exposition et le nombre de personnes exposées doivent être maintenus au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des connaissances techniques, des facteurs économiques et sociaux et, le cas échéant, de l'objectif médical recherché. »

Ce principe, connu sous le nom de principe ALARA⁽¹⁾, conduit par exemple à réduire, dans les autorisations de rejets, les quantités de radionucléides présents dans les effluents radioactifs issus des installations nucléaires, à imposer une surveillance des expositions au niveau des postes de travail dans le but de réduire ces expositions au strict nécessaire ou encore à veiller à ce que les expositions médicales résultant d'actes diagnostiques restent proches de niveaux de référence préalablement établis.

1. Le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable - au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre) est apparu pour la première fois dans la publication 26 de 1977 de la Commission internationale de protection radiologique. Il était l'aboutissement d'une réflexion autour du principe d'optimisation de la radioprotection. Au cours des 30 dernières années, l'acceptation et la mise en œuvre du principe ALARA ont évolué de manière significative en Europe avec une implication forte de la Commission européenne qui a abouti, en 1991 à la création d'un réseau ALARA européen.

Les principes fondamentaux de sûreté

L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) définit les dix principes suivants dans sa publication *Principes fondamentaux de sûreté*, collection Normes de sûreté de l'AIEA – n° SF-1 :

1. la responsabilité en matière de sûreté doit incomber à la personne ou à l'organisme responsable des installations et activités entraînant des risques radiologiques;
2. un cadre juridique et gouvernemental efficace pour la sûreté, y compris un organisme de réglementation indépendant, doit être établi et maintenu;
3. une capacité de direction et de gestion efficace de la sûreté doit être mise en place et maintenue dans les organismes qui s'occupent des risques radiologiques et dans les installations et activités qui entraînent de tels risques;
4. les installations et activités qui entraînent des risques radiologiques doivent être globalement utiles;
5. la protection doit être optimisée de façon à apporter le plus haut niveau de sûreté que l'on puisse raisonnablement atteindre;
6. les mesures de contrôle des risques radiologiques doivent protéger contre tout risque de dommage inacceptable;
7. les générations et l'environnement actuels et futurs doivent être protégés contre les risques radiologiques;
8. tout doit être concrètement mis en œuvre pour prévenir les accidents nucléaires ou radiologiques et en atténuer les conséquences;
9. des dispositions doivent être prises pour la préparation et la conduite des interventions d'urgence en cas d'incidents nucléaires ou radiologiques;
10. les actions protectrices visant à réduire les risques radiologiques existants ou non réglementés doivent être justifiées et optimisées.

1.1.7 Le principe de limitation

Le principe de limitation, défini par l'article L. 1333-2 du code de la santé publique dispose que « [...] l'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants [...] ne peut porter la somme des doses reçues au-delà des limites fixées par voie réglementaire, sauf lorsque cette personne est l'objet d'une exposition à des fins médicales ou dans le cadre d'une recherche mentionnée au 1° de l'article L. 1121-1 ».

Les expositions induites par les activités nucléaires pour la population générale ou les travailleurs font l'objet de limites strictes. Celles-ci comportent des marges de sécurité importantes pour prévenir l'apparition des [effets déterministes](#); elles ont également pour but de réduire, au niveau le plus bas possible, l'apparition des effets probabilistes à long terme.

Le dépassement de ces limites traduit une situation anormale, qui peut d'ailleurs donner lieu à des sanctions administratives ou pénales.

Dans le cas des expositions médicales des patients, aucune limite stricte de dose n'est fixée dans la mesure où cette exposition à caractère volontaire doit être justifiée par le bénéfice attendu en termes de santé pour la personne exposée.

1.1.8 Le principe de prévention

Pour anticiper toute atteinte à l'environnement, le principe de prévention, défini à l'[article 3 de la Charte de l'environnement](#), prévoit la mise en œuvre de règles et d'actions qui doivent tenir compte des « meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable ».

Dans le domaine nucléaire, ce principe se décline par le concept de défense en profondeur présenté ci-après.

1.2 Quelques aspects de la démarche de sûreté

Les principes et démarches de la sûreté présentés ci-après ont été mis en place progressivement et intègrent le retour d'expérience des accidents. La sûreté n'est jamais définitivement acquise. Malgré les précautions prises pour la conception, la construction et le fonctionnement des installations nucléaires, un accident ne peut jamais être exclu. Il faut donc avoir la volonté de progresser et mettre en place une démarche d'amélioration continue pour réduire les risques.

1.2.1 La culture de sûreté

La culture de sûreté est définie par l'[INSAG](#) (*International Nuclear Safety Advisory Group*), groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire placé auprès du directeur général de l'AIEA, comme l'ensemble des caractéristiques et des attitudes qui, dans les organismes et chez les individus, font que les questions relatives à la sûreté des installations nucléaires bénéficient, en priorité, de l'attention qu'elles méritent en raison de leur importance.

La culture de sûreté traduit donc la façon dont l'organisation et les individus remplissent leurs rôles et assument leurs responsabilités vis-à-vis de la sûreté. Elle constitue un des fondements indispensables au maintien et à l'amélioration de la sûreté. Elle engage les organismes et chaque individu à prêter une attention particulière et appropriée à la sûreté. Elle doit s'exprimer au niveau individuel par une approche rigoureuse et prudente et une attitude interrogative qui permettent à la fois le partage du respect des règles et l'initiative. Elle trouve une déclinaison opérationnelle dans les décisions et les actions quotidiennes liées aux activités.

1.2.2 Le concept de défense en profondeur

Le principal moyen de prévenir les accidents et de limiter leurs conséquences éventuelles est la « défense en profondeur ». Elle consiste à mettre en œuvre des dispositions matérielles ou organisationnelles (parfois appelées « lignes de défense ») organisées en niveaux consécutifs et indépendants et capables de s'opposer au développement d'un accident. En cas de défaillance d'un niveau de protection, le niveau suivant prend le relais.

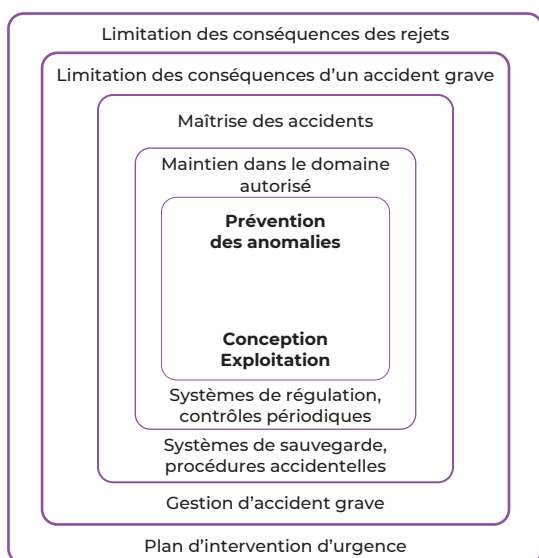
Un élément important pour l'indépendance des niveaux de défense est la mise en œuvre de technologies de natures différentes (systèmes « diversifiés »).

La conception d'une installation nucléaire est fondée sur une démarche de défense en profondeur. Par exemple, pour les réacteurs nucléaires, on définit les cinq niveaux suivants :

Premier niveau : prévention des anomalies de fonctionnement et des défaillances des systèmes

Il s'agit en premier lieu de concevoir et de réaliser l'installation de manière robuste et prudente, en intégrant des marges de sûreté et en prévoyant une résistance à l'égard de ses propres défaillances ou des agressions. Cela implique de mener une étude aussi complète que possible des conditions de fonctionnement normal,

Les cinq niveaux de la défense en profondeur



pour déterminer les contraintes les plus sévères auxquelles les systèmes seront soumis. Un premier dimensionnement de l'installation intégrant des marges de sûreté peut alors être établi. L'installation doit ensuite être maintenue dans un état au moins équivalent à celui prévu à sa conception par une maintenance adéquate. L'installation doit être exploitée de manière éclairée et prudente.

Deuxième niveau : maintien de l'installation dans le domaine autorisé

Il s'agit de concevoir, d'installer et de faire fonctionner des systèmes de régulation et de limitation qui maintiennent l'installation dans un domaine très éloigné des limites de sûreté. Par exemple, si la température d'un circuit augmente, un système de refroidissement se met en route avant que la température n'atteigne la limite autorisée. La surveillance du bon état des matériels et du bon fonctionnement des systèmes fait partie de ce niveau de défense.

Troisième niveau : maîtrise des accidents sans fusion du cœur

Il s'agit ici de postuler que certains accidents, choisis pour leur caractère « enveloppe », c'est-à-dire les plus pénalisants d'une même famille, peuvent se produire et de dimensionner des systèmes de sauvegarde permettant d'y faire face.

Ces accidents sont, en général, étudiés avec des hypothèses pessimistes, c'est-à-dire en supposant que les différents paramètres gouvernant l'accident sont les plus défavorables possible. En outre, on applique le critère de défaillance unique, c'est-à-dire que, dans la situation accidentelle, on postule en plus de l'accident la défaillance la plus défavorable de l'un des composants qui servent à gérer cette situation. Cela conduit à ce que les systèmes intervenant en cas d'accident (systèmes dits « de sauvegarde », assurant l'arrêt d'urgence, l'injection d'eau de refroidissement dans le réacteur, etc.) soient constitués d'au moins deux voies redondantes et indépendantes.

Quatrième niveau : maîtrise des accidents avec fusion du cœur

Ces accidents ont été étudiés à la suite de l'accident de Three Mile Island aux États-Unis (1979) et sont désormais pris en compte dès la conception des nouveaux réacteurs tels que le réacteur européen à eau pressurisée (*Evolutionary Power Reactor* – EPR). Il s'agit soit d'exclure ces accidents, soit de concevoir des systèmes permettant d'y faire face.

Cinquième niveau : limitation des conséquences radiologiques en cas de rejets importants

Il s'agit là de la mise en œuvre de mesures prévues dans les [plans d'urgence](#) incluant des mesures de protection des populations : mise à l'abri, ingestion de comprimés d'iode stable pour saturer la thyroïde avant qu'elle puisse fixer l'iode radioactif rejeté, évacuation, restrictions de consommation d'eau ou de produits agricoles, etc.

1.2.3 L'interposition de barrières

Pour limiter le risque de rejets, plusieurs barrières sont interposées entre les substances radioactives et l'environnement. Ces barrières doivent être conçues avec un haut degré de fiabilité et bénéficier d'une surveillance permettant d'en détecter les éventuelles faiblesses avant une défaillance. Pour les réacteurs à eau sous pression, ces barrières sont au nombre de trois : la gaine du combustible, l'enveloppe du circuit primaire et l'enceinte de confinement (voir chapitre 10).

1.2.4 La démarche déterministe et la démarche probabiliste

Le fait de postuler la survenue de certains accidents et de vérifier que, grâce au fonctionnement prévu des matériels, les conséquences de ces accidents resteront limitées est une démarche dite « déterministe ». Cette démarche est simple à mettre en œuvre dans son principe et permet de concevoir une installation (en particulier de dimensionner ses systèmes) avec de bonnes marges de sûreté, en utilisant des cas dits « enveloppes ». La démarche déterministe ne permet cependant pas d'identifier quels sont les scénarios les plus probables car elle focalise l'attention sur des accidents étudiés avec des hypothèses pessimistes.

Il convient donc de compléter l'approche déterministe par une approche reflétant mieux les divers scénarios possibles d'accidents en fonction de leur probabilité d'occurrence, à savoir une approche probabiliste, utilisée dans les « analyses probabilistes de sûreté ».

Ainsi, pour les centrales nucléaires, les études probabilistes de sûreté de niveau 1 consistent à construire, pour chaque événement (dit « déclencheur ») conduisant à l'activation d'un système de sauvegarde (troisième niveau de la défense en profondeur), des arbres d'événements, définis par les défaillances – ou le succès – des actions prévues par les procédures de conduite du réacteur et les défaillances – ou le bon fonctionnement – des matériels du réacteur. Grâce à des statistiques sur la fiabilité des systèmes et sur le taux de succès des actions (ce qui inclut donc des données de « fiabilité humaine »), la probabilité de chaque séquence est calculée. Les séquences similaires correspondant à un même événement déclencheur sont regroupées en familles, ce qui permet de déterminer la contribution de chaque famille à la probabilité de fusion du cœur du réacteur.

Les études probabilistes de sûreté, bien que limitées par les incertitudes sur les données de fiabilité et les approximations de modélisation de l'installation, prennent en compte un ensemble d'accidents plus large que les études déterministes et permettent de vérifier et éventuellement de compléter la conception résultant de l'approche déterministe. Elles doivent donc être un complément aux études déterministes, sans toutefois s'y substituer.

Les études déterministes et les analyses probabilistes constituent un élément essentiel de la démonstration de sûreté nucléaire, qui traite des défaillances internes d'équipements, des agressions internes et externes, ainsi que des cumuls plausibles entre ces événements.

Plus précisément, les défaillances internes correspondent à des dysfonctionnements, pannes ou endommagements d'équipements de l'installation, y compris résultant d'actions humaines inappropriées. Les agressions internes et externes correspondent quant à elles à des événements trouvant leur origine respectivement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation et pouvant remettre en cause la sûreté de l'installation.

Les défaillances internes incluent par exemple :

- la perte des alimentations électriques ou des moyens de refroidissement ;
- l'éjection d'une grappe de commande ;
- la rupture d'une tuyauterie du circuit primaire ou secondaire d'un réacteur nucléaire ;
- la défaillance de l'arrêt d'urgence du réacteur.

S'agissant des agressions internes, il est notamment nécessaire de prendre en considération :

- les émissions de projectiles, notamment celles induites par la défaillance de matériels tournants ;
- les défaillances d'équipements sous pression ;
- les collisions et chutes de charges ;
- les explosions ;
- les incendies ;
- les émissions de substances dangereuses ;
- les inondations trouvant leur origine dans le périmètre de l'installation ;
- les interférences électromagnétiques ;
- les actes de malveillance.

Enfin, les agressions externes comprennent notamment :

- les risques induits par les activités industrielles et les voies de communication, dont les explosions, les émissions de substances dangereuses et les chutes d'aéronefs ;
- les séismes ;
- la foudre et les interférences électromagnétiques ;
- les conditions météorologiques ou climatiques extrêmes ;
- les incendies ;
- les inondations trouvant leur origine à l'extérieur du périmètre de l'installation ;
- les actes de malveillance.

1.2.5 Le retour d'expérience

Le retour d'expérience ([REX](#)), qui participe à la défense en profondeur, est l'un des outils essentiels du management de la sûreté. Il repose sur une démarche organisée et systématique de recueil et d'exploitation des signaux que donne un système. Il doit permettre de partager l'expérience acquise pour un apprentissage organisationnel (soit la mise en œuvre, dans une structure apprenante, de dispositifs de prévention s'appuyant sur l'expérience passée). Le premier objectif du REX est de comprendre et, ainsi, progresser sur la connaissance technologique et la connaissance des pratiques réelles d'exploitation, pour, lorsque cela est pertinent, réinterroger la conception (technique et documentaire). L'enjeu du REX étant collectif, le deuxième objectif est de partager la connaissance qui en est issue à travers la date de détection et l'enregistrement de l'écart, de ses enseignements et de son traitement. Le troisième objectif du REX est d'agir sur les organisations et les processus de travail, les pratiques de travail (individuelles et collectives) et la performance du système technique.

Le REX englobe donc les événements, incidents et accidents qui se produisent en France et à l'étranger dès lors qu'il est pertinent de les prendre en compte pour renforcer la sûreté nucléaire ou la radioprotection.

1.2.6 Les facteurs sociaux, organisationnels et humains

L'importance des facteurs sociaux, organisationnels et humains (FSOH) pour la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement

La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement est déterminante lors de la conception, de la construction, de la mise en service, du fonctionnement et du démantèlement des installations ainsi que lors du transport de substances radioactives. De même, la façon dont les hommes et les organisations gèrent les écarts à la réglementation, aux référentiels et aux règles de l'art, ainsi que les enseignements qu'ils en tirent, est déterminante. Par conséquent, tous les intervenants, quels que soient leur positionnement hiérarchique et leur fonction, contribuent à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement, du fait de leurs capacités à s'adapter, à détecter et à corriger des défauts, à redresser des situations dégradées et à pallier certaines difficultés d'application des procédures.

L'ASN définit les [FSOH](#) comme l'ensemble des éléments des situations de travail et de l'organisation qui ont une influence sur l'activité de travail des intervenants. Les éléments considérés relèvent de l'individu (acquis de formation, fatigue ou stress, etc.) et de l'organisation du travail dans laquelle il s'inscrit (liens fonctionnels et hiérarchiques, co-activités, etc.), des dispositifs techniques (outils, logiciels, etc.) et, plus largement, de l'environnement de travail, avec lesquels l'individu interagit.

L'environnement de travail concerne, par exemple, l'ambiance thermique, sonore ou lumineuse du poste de travail ainsi que l'accessibilité des locaux.

La variabilité des caractéristiques des intervenants (la vigilance qui diffère en fonction du moment de la journée, le niveau d'expertise qui varie selon l'ancienneté au poste) et des situations rencontrées (une panne imprévue, des tensions sociales) explique que ces intervenants aient perpétuellement à adapter leurs modes opératoires pour réaliser leur travail de manière performante. Cet objectif doit être atteint à un coût acceptable pour les intervenants (en matière de fatigue, de stress) et leur apporter des bénéfices (le sentiment du travail bien fait, la reconnaissance par les pairs et la hiérarchie, le développement de nouvelles compétences). Ainsi, une situation d'exploitation ou une tâche obtenue au prix d'un coût très élevé pour les intervenants est une source de risques : une petite variation du contexte de travail, de l'environnement humain ou de l'organisation du travail peut empêcher les intervenants d'accomplir leurs tâches conformément à ce qui est attendu.

L'intégration des FSOH

L'ASN considère que les FSOH doivent être pris en compte de manière adaptée aux enjeux de sûreté des installations et de radioprotection des travailleurs lors :

- de la conception d'une nouvelle installation, d'un matériel, d'un logiciel, d'un colis de transport ou de la modification d'une installation existante. En particulier, l'ASN attend que la conception soit centrée sur l'opérateur humain, à travers un processus itératif comprenant une phase d'analyse, une phase de conception et une phase d'évaluation. Ainsi, la [décision n° 2014-DC-0420 de l'ASN du 13 février 2014](#) relative aux modifications matérielles des INB prévoit que « la conception de la modification matérielle envisagée tienne compte des interactions, lors de sa mise en œuvre et son exploitation entre, d'une part, le matériel modifié ou nouvellement installé, d'autre part, l'utilisateur et ses besoins » ;
- des opérations ou des activités effectuées par des intervenants lors de la mise en service, du fonctionnement et du déman-

tèlement des installations nucléaires ainsi qu'au moment des transports de substances radioactives.

En outre, l'ASN considère que les exploitants doivent analyser les causes profondes (souvent organisationnelles) des événements significatifs et identifier, mettre en œuvre et évaluer l'efficacité des actions correctives associées, cela dans la durée.

Les exigences de l'ASN sur les FSOH

L'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB prévoit que l'exploitant définit et met en œuvre un

système de gestion intégré (SGI) permettant d'assurer que les exigences relatives à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. Le SGI précise les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources de tout ordre, en particulier celles retenues pour maîtriser les activités importantes. C'est pourquoi l'ASN demande à l'exploitant de mettre en place un SGI qui permet le maintien et l'amélioration continue de la sûreté, à travers, notamment, le développement d'une culture de sûreté.

2. Les acteurs

L'organisation du contrôle de la sûreté nucléaire en France répond aux exigences de la [Convention sur la sûreté nucléaire](#), dont l'article 7 impose que «chaque partie contractante établit et maintient en vigueur un cadre législatif et réglementaire pour régir la sûreté des installations nucléaires» et dont l'article 8 demande à chaque État membre qu'il «*crée ou désigne un organisme de réglementation chargé de mettre en œuvre les dispositions législatives et réglementaires visées à l'article 7 et doté des pouvoirs, de la compétence et des ressources financières et humaines adéquats pour assumer les responsabilités qui lui sont assignées*» et «[...] prend les mesures appropriées pour assurer une séparation effective des fonctions de l'organisme de réglementation et de celles de tout autre organisme ou organisation chargé de la promotion ou de l'utilisation de l'énergie nucléaire». Ces dispositions ont été confirmées par la [directive européenne 2009/71/Euratom du Conseil du 25 juin 2009](#) relative à la sûreté nucléaire, dont les dispositions ont elles-mêmes été renforcées par la [directive modificative du 8 juillet 2014](#).

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection relève essentiellement de trois acteurs : le Parlement, le Gouvernement et l'ASN.

2.1 Le Parlement

Le Parlement intervient dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, notamment par le vote de la loi. Ainsi deux lois majeures ont été votées en 2006 : la [loi n° 2006-686 du 13 juin 2006](#) relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite «loi TSN») et la [loi n° 2006-739 du 28 juin 2006](#) de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs.

En 2015, le Parlement a adopté la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite «loi TECV») qui comporte un titre entier consacré au nucléaire (titre VI intitulé «Renforcer la sûreté nucléaire et l'information des citoyens»). Cette loi permet de renforcer le cadre qui avait été mis en place en 2006.

En application des dispositions du code de l'environnement, l'ASN rend compte régulièrement de son activité au Parlement, plus particulièrement à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques ([OPECST](#)) et aux commissions parlementaires concernées.

L'OPECST a pour mission d'informer le Parlement des conséquences des choix à caractère scientifique ou technologique afin d'éclairer ses décisions ; à cette fin, il recueille des informations, met en œuvre des programmes d'études et procède à des évaluations. L'ASN rend compte régulièrement à l'OPECST de ses activités, notamment en lui présentant chaque année son [Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#).

L'ASN rend également compte de son activité aux commissions parlementaires de l'Assemblée nationale et du Sénat, notamment à

l'occasion d'auditions par les commissions chargées de l'environnement ou des affaires économiques.

Les échanges entre l'ASN et les élus sont présentés de façon plus détaillée dans le chapitre 5.

2.2 Le Gouvernement

Le Gouvernement exerce le pouvoir réglementaire. Il est donc chargé d'édicter la réglementation générale relative à la sûreté nucléaire et la radioprotection. Le [code de l'environnement](#) le charge également de prendre les décisions majeures relatives aux INB, pour lesquelles il s'appuie sur des propositions ou des avis de l'ASN. Il dispose également d'instances consultatives comme le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)).

Le Gouvernement est par ailleurs responsable de la protection civile en cas de situation d'urgence.

2.2.1 Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Le ministre chargé de la sûreté nucléaire définit, après avis et, le cas échéant, sur proposition de l'ASN, la réglementation générale applicable aux INB et celle relative à la fabrication et à l'exploitation des équipements sous pression (ESP) spécialement conçus pour ces installations.

Ce même ministre prend, également après avis et, le cas échéant, sur proposition de l'ASN, les décisions individuelles majeures concernant :

- la conception, la construction, le fonctionnement et le démantèlement des INB ;
- la conception, la construction, le fonctionnement, la fermeture et le démantèlement ainsi que la surveillance des installations de stockage de déchets radioactifs.

Si une installation présente des risques graves, le ministre précité peut, après avis de l'ASN, suspendre son fonctionnement.

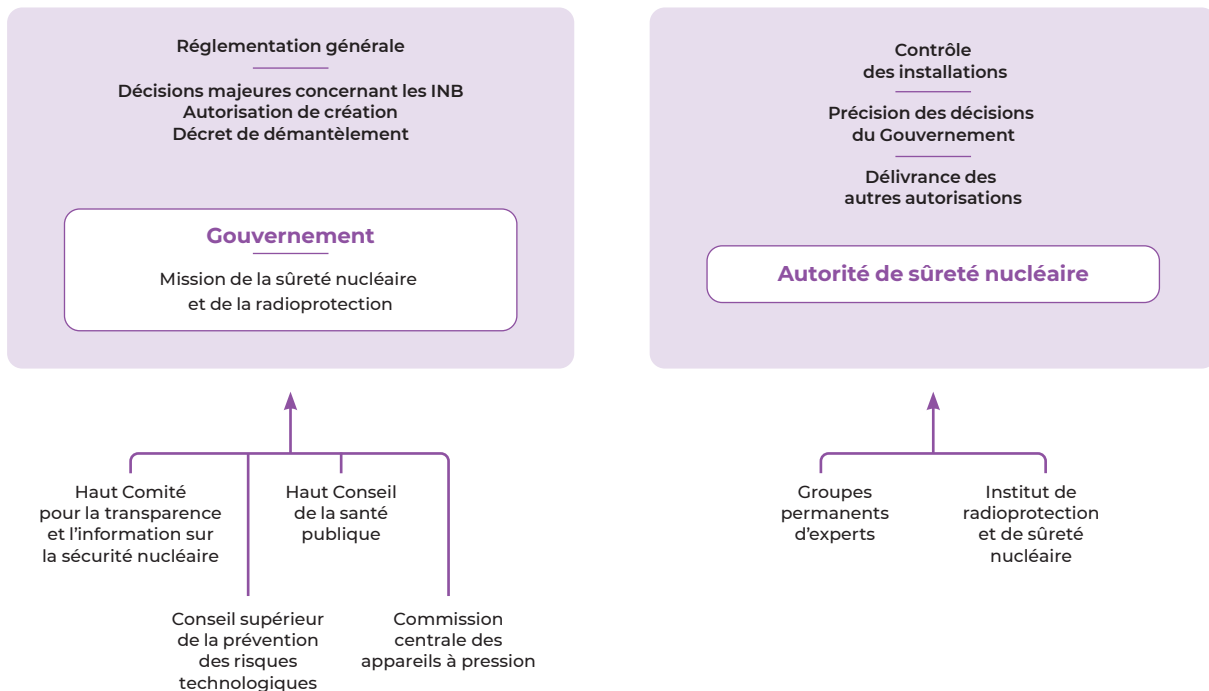
Par ailleurs, le ministre chargé de la radioprotection définit, le cas échéant sur proposition de l'ASN, la réglementation générale concernant la radioprotection.

La réglementation de la radioprotection des travailleurs relève du ministre du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion. Celle concernant la radioprotection des patients relève du ministre des Solidarités et de la Santé.

Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection homologuent par un arrêté interministériel le règlement intérieur de l'ASN. Chacun dans leur domaine, ils homologuent par ailleurs les décisions réglementaires à caractère technique de l'ASN et certaines décisions individuelles (à titre d'exemple : fixant les limites de rejets des INB en fonctionnement, portant déclassement des INB, etc.).

Le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France

Assemblée nationale et Sénat
Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques
Commissions parlementaires

**La Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection**

La Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ([MSNR](#)), placée au sein de la direction générale de la prévention des risques du ministère de la Transition écologique, est notamment chargée de proposer, en liaison avec l'ASN, la politique du Gouvernement en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, à l'exclusion des activités et installations intéressant la défense, et de protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants.

Le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité

La sécurité nucléaire, au sens le plus strict (définition de l'AIEA, moins étendue que celle de l'[article L. 591-1 du code de l'environnement](#)) a pour objet la protection et le contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports. Elle vise à assurer la protection des populations et de l'environnement contre les conséquences des actes de malveillance, selon les dispositions prévues par le [code de la défense](#).

Cette responsabilité incombe au ministre de la Transition écologique, qui dispose des services du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) et, plus particulièrement, de son département de la sécurité nucléaire. Le HFDS assure ainsi le rôle d'autorité de la sécurité nucléaire en élaborant la réglementation, en donnant les autorisations et en réalisant les inspections dans ce domaine, avec l'appui de l'IRSN.

Bien que les deux réglementations et les approches soient bien distinctes, les deux domaines, du fait de la spécificité du domaine nucléaire, sont étroitement liés. L'ASN et le HFDS entretiennent à cet effet des échanges réguliers.

2.2.2 Les services déconcentrés de l'État

Les services déconcentrés de l'État français sont les services qui assurent le relais, sur le plan local, des décisions prises par l'administration centrale et qui gèrent les services de l'État au niveau local. Ces services sont placés sous l'autorité des préfets.

L'ASN entretient des relations étroites avec les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) et la direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement d'Île-de-France (Driea), les directions régionales des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (Direccte) et les agences régionales de santé (ARS) qui, bien que n'étant pas à proprement parler des services déconcentrés mais des établissements publics, possèdent des pouvoirs équivalents.

Les préfets sont les représentants de l'État sur le territoire. Ils sont les garants de l'ordre public et jouent en particulier un rôle majeur en cas de crise, en étant responsables des mesures de protection des populations.

Le préfet intervient au cours de différentes procédures, notamment, il transmet au ministre son avis sur le rapport et les conclusions du commissaire enquêteur à la suite de l'enquête publique sur les demandes d'autorisation.

À la demande de l'ASN, il saisit le conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques pour avis sur les prélèvements d'eau, les rejets et les autres nuisances des INB.

2.3 L'Autorité de sûreté nucléaire

L'ASN, créée par la loi TSN, est une autorité administrative indépendante qui participe au contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et des activités nucléaires mentionnées à l'[article L. 1333-1 du code de la santé publique](#). Ses missions consistent à [réglementer](#), autoriser, [contrôler](#), appuyer les pouvoirs publics dans la [gestion des situations d'urgence](#) et contribuer à l'[information des publics](#) et à la transparence dans ses domaines de compétence.

L'ASN est dirigée par un [collège](#) composé de cinq commissaires, dont le président de l'ASN. Ils sont nommés pour 6 ans. Trois sont par le président de la République et un par le président

de chaque assemblée parlementaire. L'ASN dispose de [services](#) placés sous l'autorité de son président.

Sur le plan de l'expertise technique, elle s'appuie notamment sur les services de l'[IRSN](#) et les groupes permanents d'experts ([GPE](#)).

2.3.1 Les missions

Réglementation

L'ASN est consultée sur les projets de décrets et d'arrêtés ministériels de nature réglementaire relatifs à la sécurité nucléaire au sens de l'[article L. 591-1 du code de l'environnement](#).

Elle peut prendre des [décisions réglementaires](#) à caractère technique pour compléter les modalités d'application des décrets et arrêtés pris en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection, à l'exception de ceux ayant trait à la médecine du travail. Ces décisions sont soumises à l'homologation du ministre chargé de la sûreté nucléaire ou du ministre chargé de la radioprotection. Les arrêtés d'homologation et les décisions homologuées sont publiés au *Journal officiel*.

Autorisation

L'ASN instruit les demandes d'autorisation de création ou de démantèlement des INB, rend des avis et fait des propositions au Gouvernement sur les décrets à prendre dans ces domaines. Elle autorise les modifications notables d'une INB. Elle définit les prescriptions applicables à ces installations en matière de prévention des risques, des pollutions et des nuisances. Elle autorise la mise en service de ces installations et en prononce le déclassement après l'achèvement de leur démantèlement.

Certaines de ces décisions sont soumises à homologation du ministre chargé de la sûreté nucléaire.

L'ASN délivre les autorisations, procède aux enregistrements et reçoit les déclarations prévues par le code de la santé publique pour le nucléaire de proximité et accorde les autorisations ou agréments relatifs au transport de substances radioactives. Les décisions et avis de l'ASN délibérés par son collège sont publiés dans son [Bulletin officiel](#) sur [asn.fr](#).

Contrôle

L'ASN assure le [contrôle](#) du respect des règles générales et des prescriptions particulières en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection auxquelles sont soumises les INB, les ESP spécialement conçus pour ces installations et les transports de substances radioactives. Elle contrôle également les activités mentionnées à l'[article L. 1333-1 du code de la santé publique](#) ainsi que les situations d'exposition aux rayonnements ionisants définies à l'[article L. 1333-3](#) du même code. L'ASN organise une veille permanente en matière de radioprotection sur le territoire national.

Elle désigne parmi ses agents les inspecteurs de la sûreté nucléaire, les inspecteurs de la radioprotection et les inspecteurs assurant des missions d'inspection du travail.

Elle délivre les [agréments](#) et les habilitations requis aux organismes qui participent aux contrôles et à la veille en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection, ainsi qu'en matière d'équipements sous pression nucléaires (ESPN).

L'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#), prise en application de la loi TECV, procède à un renforcement des moyens de contrôle et des pouvoirs de sanction de l'ASN et à un élargissement de ses compétences.

Les pouvoirs de contrôle, de police et de sanction de l'ASN ainsi renforcés auront pour effet d'améliorer l'efficacité du contrôle en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Ces pouvoirs de police et de sanction sont étendus aux activités mises en œuvre hors du périmètre des INB et participant aux dispositions techniques et d'organisation mentionnées au deuxième alinéa de l'[article L. 595-2 du code de l'environnement](#), par l'exploitant, ses

fournisseurs, prestataires ou sous-traitants et ce dans les mêmes conditions qu'au sein des installations elles-mêmes.

Les amendes administratives seront prononcées par la commission des sanctions afin de respecter le principe de séparation des fonctions d'instruction, d'accusation et de jugement prévu par le droit français comme par les conventions internationales dans le cadre du droit à un procès équitable. Le chapitre 3 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

Situations d'urgence

L'ASN participe à la gestion des [situations d'urgence radiologique](#). Elle apporte son concours technique aux autorités compétentes pour l'élaboration des plans d'organisation des secours en tenant compte des risques résultant d'activités nucléaires.

Lorsque survient une telle situation d'urgence, l'ASN contrôle les opérations de mise en sûreté de l'installation conduites par l'exploitant. Elle assiste le Gouvernement pour toutes les questions de sa compétence et adresse ses recommandations sur les mesures à prendre sur le plan médical et sanitaire ou au titre de la sécurité civile. Elle informe le public de la situation, des éventuels rejets dans l'environnement et de leurs conséquences. Elle assure la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales en notifiant l'accident aux organisations internationales et aux pays étrangers.

Le chapitre 4 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

En cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire, et en application du [décret n° 2007-1572 du 6 novembre 2007](#) relatif aux enquêtes techniques sur les accidents ou incidents concernant une activité nucléaire, l'ASN peut procéder à une enquête technique.

Information

L'ASN participe à l'information du public dans les domaines de sa compétence. Le chapitre 5 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

Définition des orientations et suivi de la recherche

La qualité des décisions de l'ASN repose notamment sur une expertise technique robuste qui s'appuie elle-même sur les meilleures connaissances du moment. Dans ce domaine, l'[article L. 592-31-1 du code de l'environnement](#) comporte des dispositions donnant compétence à l'ASN pour veiller à l'adaptation de la recherche publique aux besoins de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Sur la base des travaux de son [comité scientifique](#) (voir point 2.5.3), l'ASN a émis trois avis sur les besoins de recherche en 2012, 2015 et 2018. Depuis la publication de son troisième avis, l'ASN s'est attachée à établir et renforcer ses relations avec les organismes de recherche et institutions en charge de la programmation et du financement de la recherche aux niveaux national et européen. Le contexte sanitaire de 2020 a cependant limité les rencontres prévues, notamment à l'international.

Enfin, en 2020, l'ASN a revu sa stratégie en lien avec la recherche. Les évolutions envisagées visent à mettre à jour plus régulièrement ses recommandations sur la recherche et à faciliter leur diffusion et leur appropriation par les parties prenantes.

L'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#) (Japon) a mis en exergue la nécessité d'approfondir les recherches en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Un appel à projets dans ces domaines a par conséquent été lancé par l'Agence nationale de la recherche (ANR) dans le cadre des [investissements d'avenir](#). L'ASN participe au comité de pilotage de cet appel à projets, qui a permis la réalisation de 23 projets entre 2013 et 2018.

Les actions de l'ASN dans le domaine de la recherche

Dans le domaine de la recherche, l'ASN s'est fixée comme objectifs d'identifier ses besoins, de les publier et de les faire connaître auprès des institutions, exploitants et laboratoires de recherche afin qu'ils soient intégrés dans les programmes de recherche.

Afin de renforcer sa démarche, l'ASN est également impliquée dans des comités de pilotages, tels que celui du programme de l'Agence nationale de la recherche (ANR) sur la recherche en sûreté nucléaire et radioprotection. L'ASN participe également à la sélection des projets de recherche financés par Euratom. Ces appels à projets soutenus par des structures telles que le Secrétariat général pour l'investissement et la Commission européenne ont contribué à faire émerger de nombreux projets répondant aux besoins de recherche qui avaient été identifiés par l'ASN depuis une dizaine d'années sur des sujets tels que les examens

non destructifs, les accidents graves, les facteurs organisationnels et humains, les effets biologiques et sanitaires des faibles doses de rayonnements ionisants, ou bien encore sur le conditionnement des déchets et leur stockage géologiques.

La veille scientifique menée par l'ASN a également permis d'identifier qu'*a contrario* certains sujets étaient peu ou pas étudiés depuis leur identification par l'ASN en 2012. Afin de notamment remédier à cette situation, l'ASN disposera pour la première fois en 2021 d'une enveloppe budgétaire dédiée au financement de ces sujets orphelins.

En complément, l'ASN va poursuivre ses rencontres avec les autorités, institutions, laboratoires de recherche et exploitants en France et à l'étranger en vue d'échanger sur ses besoins de recherche.

2.3.2 L'organisation

Le collège de l'ASN

Le [collège de l'ASN](#) est composé de cinq commissaires exerçant leurs fonctions à plein temps. Leur mandat est d'une durée de 6 ans et il n'est pas renouvelable. Les commissaires exercent leurs fonctions en toute impartialité sans recevoir d'instruction ni du Gouvernement ni d'aucune autre personne ou institution. Le Président de la République peut mettre fin aux fonctions d'un membre du collège en cas de manquement grave à ses obligations.

Le collège définit la [stratégie de l'ASN](#). Il intervient plus particulièrement dans la définition des politiques générales, c'est-à-dire des doctrines et principes d'actions de l'ASN dans ses missions essentielles, notamment la réglementation, le contrôle, la transparence, la gestion des situations d'urgence et les relations internationales.

En application du code de l'environnement, le collège rend les avis de l'ASN au Gouvernement et prend les [principales décisions de l'ASN](#). Il prend publiquement position sur des sujets majeurs qui relèvent de la compétence de l'ASN. Il adopte le [règlement intérieur de l'ASN](#), qui fixe les règles relatives à son organisation et à son fonctionnement ainsi que des règles de déontologie. Les décisions et avis du collège sont publiés au [Bulletin officiel](#) de l'ASN.

En 2020, le collège de l'ASN s'est réuni 85 fois. Il a rendu 27 avis et pris 19 décisions.

Les services centraux de l'ASN

Les [services centraux](#) de l'ASN sont composés d'un comité exécutif, d'un secrétariat général, d'une mission chargée de l'expertise et de l'animation, d'une mission soutien au contrôle et de neuf directions organisées selon une répartition thématique.

Sous l'autorité du directeur général de l'ASN, le comité exécutif organise et dirige les services au quotidien. Il veille à la mise en œuvre des orientations fixées par le collège et à l'efficacité des actions de l'ASN. Il s'assure du pilotage et d'une bonne coordination entre les entités.

Les directions ont pour rôle de gérer les affaires nationales concernant les activités dont elles ont la responsabilité ; elles participent à l'établissement de la réglementation générale et coordonnent et animent l'action des divisions de l'ASN :

- La direction des centrales nucléaires (DCN) est chargée de contrôler la sûreté des centrales nucléaires en exploitation,

ainsi que la sûreté des projets de futurs réacteurs électrogènes. Elle contribue aux réflexions sur les stratégies de contrôle et aux actions de l'ASN sur des sujets tels que le vieillissement des installations, la durée de fonctionnement des réacteurs, l'évaluation des performances de sûreté des centrales ou encore l'harmonisation de la sûreté nucléaire en Europe. La DCN est composée de six bureaux : « agressions et réexamens de sûreté », « suivi des matériels et des systèmes », « exploitation », « cœur et études », « radioprotection environnement et inspection du travail » et « réglementation et nouvelles installations ».

- La direction des équipements sous pression nucléaires (DEP) est chargée de contrôler la sûreté dans le domaine des ESP installés dans les INB. Elle contrôle la conception, la fabrication et l'exploitation des ESPN et l'application de la réglementation chez les fabricants et leurs sous-traitants et chez les exploitants nucléaires. Elle surveille également les organismes habilités qui réalisent des contrôles réglementaires sur ces équipements. La DEP est composée de quatre bureaux : « conception », « fabrication », « suivi en service » et « relations avec les divisions et interventions ».
- La direction du transport et des sources (DTS) est chargée de contrôler les activités relatives aux sources de rayonnements ionisants dans le secteur non médical et au transport de substances radioactives. Elle contribue à élaborer la réglementation technique, à contrôler son application et à conduire les procédures d'autorisation (installations et appareils émettant des rayonnements ionisants du secteur non médical, fournisseurs de sources médicales et non médicales, agréments de colis et d'organismes). Elle a pris en charge le contrôle de la sécurité des sources radioactives. La DTS est composée de deux bureaux : « contrôle des transports » et « radioprotection et sources » et d'une mission « sécurité des sources ».
- La direction des déchets, des installations de recherche et du cycle (DRC) est chargée de contrôler les installations nucléaires du « cycle du combustible », les installations de recherche, les installations nucléaires en démantèlement, les sites pollués et la gestion des déchets radioactifs. Elle participe au contrôle du laboratoire souterrain de recherche (Meuse / Haute-Marne) ainsi que des installations de recherche relevant de conventions internationales, comme le Centre européen pour la recherche nucléaire (CERN) ou le projet de réacteur thermonucléaire expérimental international (*International Thermonuclear Experimental Reactor* – ITER). La DRC est composée de cinq bureaux : « gestion des déchets radioactifs », « suivi

ORGANISATION DE L'ASN PENDANT LES PÉRIODES DE CONFINEMENT

La crise sanitaire de mars 2020 a conduit l'ASN à adapter son organisation.

Lors du premier confinement, les moyens techniques mis à disposition par l'ASN ont permis à l'ensemble des agents de travailler à distance. Cela a ainsi permis la poursuite des instructions de dossiers techniques et la préparation des prises de position importantes de l'ASN dans les délais voulus. Le dispositif d'astreinte et d'urgence a également été maintenu. S'agissant des inspections sur site, celles-ci ont dans un premier temps, dans l'attente de la mise en place de protocoles sanitaires adaptés, été suspendues sauf en cas de nécessité (incidents) et remplacées par des inspections à distance. Dans un second temps, et avant la fin de la première période de confinement, l'ASN a repris certaines inspections *in situ*. Un travail de définition du périmètre des inspections à effectuer a été mené parallèlement à l'identification des dispositions de protection des personnels devant conduire ces inspections. L'ensemble du fonctionnement et de l'organisation a fait l'objet d'échanges réguliers avec le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT). Ce dernier a été amené à rendre

des avis sur un certain nombre de textes (organisation, mémentos de guide de l'inspection en période de crise sanitaire).

Pendant la période de déconfinement (mi-mai à fin août), l'ASN a continué à favoriser le travail à distance pour une partie importante de son personnel. Elle a également renforcé ses actions de contrôle sur site, en complément des contrôles à distance.

En septembre et octobre, l'ASN a poursuivi son activité de contrôle sur site et expérimenté, pour le personnel qui le souhaitait, une quotité de télétravail allant jusqu'à trois jours par semaine (au lieu d'un jour autorisé jusqu'alors). La dégradation de la situation sanitaire et la décision du Gouvernement d'un nouveau confinement fin octobre ont conduit l'ASN à suspendre cette expérimentation, l'ensemble des agents travaillant à nouveau à distance 5 jours par semaine. En revanche, elle s'est efforcée de maintenir ses inspections *in situ* et les a adaptées à la situation, notamment dans le domaine médical (voir chapitres 3 et 7).

Les membres du comité de direction



des laboratoire-usine-déchets-démantèlement et des installations de recherche», « suivi des installations du cycle du combustible », « gestion du démantèlement des réacteurs et de l'amont du cycle » et « gestion du démantèlement de l'aval du cycle et des situations héritées ».

- La direction des rayonnements ionisants et de la santé (DIS) est chargée du contrôle des applications médicales des rayonnements ionisants et organise, en concertation avec l'IRSN et les différentes agences sanitaires, la veille scientifique, sanitaire et médicale concernant les effets des rayonnements ionisants

Les chefs de divisions



sur la santé. Elle contribue à l'élaboration de la réglementation dans le domaine de la radioprotection, y compris vis-à-vis des rayonnements ionisants d'origine naturelle, et à la mise à jour des actions de protection de la santé en cas d'événement nucléaire ou radiologique. La DIS est composée de deux bureaux: «expositions en milieu médical» et «expositions des travailleurs et de la population».

- La direction de l'environnement et des situations d'urgence (DEU) est chargée du contrôle de la protection de l'environnement et de la gestion des situations d'urgence. Elle définit la politique de surveillance radiologique du territoire et d'information du public et contribue à garantir que les rejets des INB soient aussi faibles que raisonnablement possible, notamment par l'établissement des réglementations générales. Elle contribue à définir le cadre de l'organisation des pouvoirs publics et des exploitants nucléaires dans la gestion des situations d'urgence. La DEU est composée de deux bureaux: «sécurité et préparation aux situations d'urgence» et «environnement et prévention des nuisances».
- La direction des affaires juridiques (DAJ) exerce une fonction de conseil, d'expertise et d'assistance en matière juridique. Elle apporte son appui aux directions métiers et aux divisions territoriales dans l'élaboration de la production normative de l'ASN et analyse les conséquences des nouveaux textes et des nouvelles réformes sur les actions de l'ASN. Elle participe à l'élaboration de la doctrine de l'ASN en matière d'action de coercition et de sanction. Elle assure la défense des intérêts de l'ASN devant les juridictions administratives et judiciaires, en lien avec les entités concernées. Elle participe à la formation juridique des agents et à l'animation des comités de pilotage relatifs à la réglementation.
- La direction de l'information, de la communication et des usages numériques (DIN) met en œuvre la politique d'information et de communication de l'ASN dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Elle coordonne les actions de communication et d'information de l'ASN à destination de ses différents publics en traitant notamment les demandes d'information et de documentation, en faisant connaître les prises de position de l'ASN et en expliquant la réglementation. Elle a la responsabilité de l'infrastructure informatique, de la conduite de la transformation numérique et du développement des services numériques pour les assujettis et les publics de l'ASN. La DIN est composée de deux bureaux:

«communication et information» et «informatique et usages numériques».

- La direction des relations internationales (DRI) coordonne l'action internationale de l'ASN aux plans bilatéral, européen, et multilatéral, que ce soit dans un cadre formel ou informel. Elle développe les échanges avec les homologues étrangers de l'ASN pour faire connaître et expliquer l'approche et les pratiques françaises en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection et approfondir sa connaissance de leurs pratiques. Elle fournit aux pays concernés les informations utiles sur la sûreté des installations nucléaires françaises, notamment celles d'entre elles qui se situent à proximité des frontières. La DRI coordonne la représentation de l'ASN dans les structures de coopération établies au titre des accords ou arrangements bilatéraux, mais également au sein des instances internationales formelles comme l'Union européenne (*European Nuclear Safety Regulators Group – ENSREG*, dont elle assure la présidence), l'AIEA ou bien encore l'AEN. Elle assure une coordination similaire dans les structures informelles établies sous forme d'associations (par exemple: *Western European Nuclear Regulators' Association – WENRA*, *International Nuclear Regulators Association – INRA*, *Heads of European Radiation Control Authorities – HERCA*) ou de groupes de coopération au titre d'initiatives étatiques multilatérales (par exemple: *Nuclear Safety and Security Working Group – NSSG*, au titre du G7).
- Le secrétariat général contribue à doter l'ASN des moyens suffisants, adaptés et pérennes, nécessaires à son bon fonctionnement. Il est chargé de la gestion des ressources humaines, y compris en matière de compétences, et du développement du dialogue social. Il est également responsable de la politique immobilière et des moyens logistiques et matériels de l'ASN. Responsable de la mise en œuvre de la politique budgétaire de l'ASN, il veille à optimiser l'utilisation des moyens financiers. Le SG est composé de trois bureaux: «ressources humaines», «budget et finances» et «logistique et immobilier».
- La mission expertise et animation (MEA) met à disposition de l'ASN des capacités d'expertise de haut niveau. Elle s'assure de la cohérence des actions par la démarche qualité de l'ASN et par l'animation et la coordination des équipes. La MEA est composée de six personnes en charge de l'expertise, la recherche, la qualité et de la relation avec l'IRSN. La MEA est en charge de l'animation du réseau recherche et du réseau qualité de l'ASN.

Les délégués territoriaux



- La mission soutien au contrôle (MSC) s'assure que les contrôles réalisés par l'ASN sont conduits de manière pertinente, homogène, efficace et conformément aux valeurs de l'ASN. À cette fin, elle anime notamment les processus d'établissement et de suivi du programme d'inspection de l'ASN de contrôle des organismes agréés des services.

Les divisions territoriales de l'ASN

L'ASN bénéficie depuis de longues années d'une [organisation régionale](#) fondée sur ses onze divisions territoriales. Ces divisions exercent leurs activités sous l'autorité de délégués territoriaux. Le directeur de la Dreal ou de la Driee compétent sur le lieu d'implantation de la division considérée assure cette responsabilité de délégué. Il est mis à disposition de l'ASN pour

La commission des sanctions de l'ASN

L'ordonnance « nucléaire » n° 2016-128 du 10 février 2016 a créé la commission des sanctions de l'ASN (articles L. 592-41 à L. 592-44 du code de l'environnement).

Sa mise en place nécessitait, d'une part, la publication des dispositions réglementaires d'application de l'ordonnance, le décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 codifiant les dispositions applicables aux installations nucléaires de base, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire, d'autre part, la désignation de ses membres.

La commission est composée de quatre membres titulaires, deux conseillers d'État désignés par le vice-président du Conseil d'État et deux conseillers à la Cour de cassation désignés par le premier président de la Cour de cassation. Elle comprend également quatre membres suppléants, désignés selon les mêmes règles que les membres titulaires.

La commission des sanctions, saisie par le collège de l'ASN, peut prononcer une sanction administrative, l'amende administrative prévue par le 4° du II de l'article L. 171-8 du code de l'environnement, lorsqu'une décision de mise en demeure, prise préalablement par l'ASN à l'encontre d'un exploitant ou d'un responsable d'activité nucléaire pour exiger la mise en conformité de l'activité à la réglementation en vigueur, n'a pas été respectée par ce dernier (article L. 171-8 du code de l'environnement).

Les dispositions de l'article L. 596-7 du code de l'environnement spécifient que « si le collège de l'Autorité de sûreté nucléaire décide de l'ouverture d'une procédure conduisant au prononcé d'une amende, il notifie les griefs aux personnes concernées et en saisit la commission des

sanctions mentionnée à l'article L. 592-41, qui désigne un rapporteur parmi ses membres. La commission ne peut être saisie de faits remontant à plus de trois ans s'il n'a été fait pendant ce délai aucun acte tendant à leur recherche, leur constatation ou à leur sanction ».

Le montant de l'amende administrative peut s'élever à dix millions d'euros en cas de manquement aux dispositions applicables aux INB, un million concernant les équipements sous pression, 30 000 € dans le cas du transport de substances radioactives et 15 000 € au plus concernant les activités du nucléaire de proximité (articles L. 596-4 du code de l'environnement et L. 1333-31 du code de la santé publique).

La procédure du prononcé de l'amende administrative prévoit le respect du contradictoire, aucune sanction ne peut être prononcée sans que l'intéressé ou son représentant n'ait été entendu ou appelé.

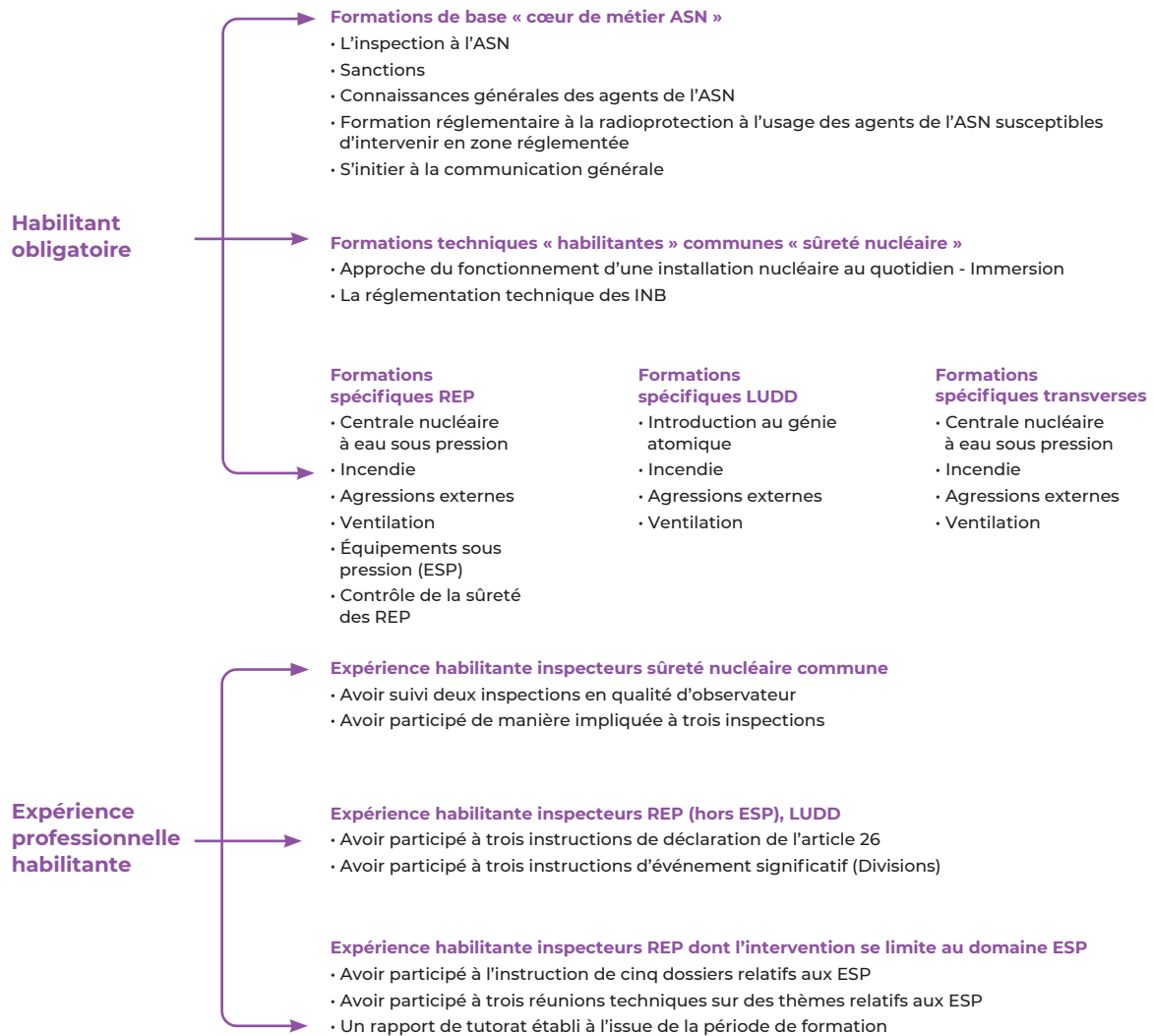
La décision de la commission peut être rendue publique.

Les décisions prononcées par la commission des sanctions peuvent être déférées à la juridiction administrative (Conseil d'État) par la personne concernée, par le président de l'ASN ou par les tiers.

Une première rencontre entre l'ASN et les membres désignés de la commission a eu lieu le 12 octobre 2020.

La mise en place effective de la commission des sanctions de l'ASN interviendra avec la désignation par ses membres titulaires de son président et l'adoption de son règlement intérieur qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Cursus de formation d'inspecteur « sûreté nucléaire » qualification réacteur à eau sous pression (REP), laboratoires, usines, démantèlement et déchets (LUDD) et transverse



l'accomplissement de cette mission. Une délégation du président de l'ASN lui confère la compétence pour signer les décisions du niveau local.

Les divisions réalisent l'essentiel du contrôle direct des INB, des transports de substances radioactives et des activités du nucléaire de proximité et instruisent la majorité des demandes d'autorisation déposées auprès de l'ASN par les responsables d'activités nucléaires implantées sur leur territoire. Elles sont organisées en pôles, au nombre de deux à quatre en fonction des activités à contrôler sur leur territoire.

Dans les situations d'urgence, les divisions assistent le préfet, responsable de la protection des populations, et éventuellement le préfet de zone de défense, et assurent une surveillance des opérations de mise en sûreté de l'installation sur le site. Dans le cadre de la préparation de ces situations, elles participent à l'élaboration des plans d'urgence établis par les préfets et aux exercices périodiques.

Les divisions contribuent à la mission d'information du public de l'ASN. Elles participent par exemple aux réunions des commissions locales d'information (CLI) et entretiennent des

relations suivies avec les médias locaux, les élus, les associations, les exploitants et les administrations locales.

2.3.3 Le fonctionnement

Les ressources humaines

L'effectif global de l'ASN s'élève au 31 décembre 2020 à 529 personnes, réparties entre les services centraux (295 agents), les divisions territoriales (231 agents) et divers organismes internationaux (3 agents).

Cet effectif se décompose de la manière suivante :

- 448 agents fonctionnaires ou agents contractuels ;
- 81 agents mis à disposition par des établissements publics (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs – Andra, Assistance publique – Hôpitaux de Paris, CEA, IRSN, Service départemental d'incendie et de secours).

L'ASN met en œuvre une [politique de recrutement](#) diversifié avec l'objectif de disposer de ressources humaines suffisantes en nombre, qualifiées et complémentaires, nécessaires à ses missions.

La gestion des compétences

La compétence est l'une des quatre valeurs fondamentales de l'ASN. Le compagnonnage, la formation initiale et continue, qu'elle soit générale liée aux techniques du nucléaire, au domaine de la communication ou juridique, ainsi que la pratique au quotidien, sont des éléments essentiels du professionnalisme des agents de l'ASN.

La gestion de la compétence des agents de l'ASN est fondée notamment sur un cursus de formations techniques habilitantes défini pour chaque agent en application d'un référentiel de formation métier intégrant des conditions d'expérience minimales.

En application des dispositions des [articles L. 592-22 et L. 592-23 du code de l'environnement](#) qui disposent notamment que « L'[ASN] désigne parmi ses agents les inspecteurs de la sûreté nucléaire [...] et de la radioprotection » et du [décret n° 2007-831 du 11 mai 2007](#) fixant les modalités de désignation et d'habilitation des inspecteurs de la sûreté nucléaire qui dispose que les « inspecteurs de la sûreté nucléaire et les agents chargés du contrôle des ESP nucléaires [...] sont choisis en fonction de leur expérience professionnelle et de leurs connaissances juridiques et techniques », l'ASN a mis en place un processus formalisé conduisant à habilitier un grand nombre de ses agents pour effectuer ses inspections et, le cas échéant, exercer des missions de police judiciaire. L'ASN exerce également la mission d'inspection du travail dans les centrales nucléaires, en application de l'[article R. 8111-11 du code du travail](#). La décision d'habilitation que prend alors l'ASN repose, pour chacun des inspecteurs concernés, sur l'adéquation entre les compétences qu'il a acquises, à l'ASN et en dehors, et celles prévues dans le référentiel métier.

L'activité en matière de formation a été adaptée au contexte de la crise sanitaire, en limitant au mieux les retards dans les processus de décision d'habilitation. Au 31 décembre 2020, l'ASN compte 320 inspecteurs de la sûreté nucléaire ou de la radioprotection ayant au moins une habilitation, soit près de 60% des 529 agents de l'ASN.

Près de 2300 jours de formation ont été dispensés aux agents de l'ASN au cours de 130 sessions de 80 stages différents en présentiel ou en visio. Il convient également d'ajouter à ces chiffres un important volume d'heures dispensées en autoformation.

Le comité de formation, mis en place en 2019, pilote l'amélioration constante du dispositif de formation et s'assure de son adéquation avec les besoins et les objectifs stratégiques fixés dans le cadre du [Plan stratégique pluriannuel](#).

Le dialogue social

L'ASN, en tant qu'administration de l'État, dispose de trois instances de dialogue social :

- le comité technique de proximité (CTP), compétent pour toute question relative à l'organisation et au fonctionnement des services, aux effectifs et aux aspects budgétaires ;
- la commission consultative paritaire (CCP), compétente pour toute question individuelle ou collective concernant les agents contractuels en poste à l'ASN ;
- le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) compétent pour toute question relative à la santé et à la sécurité au travail des agents de l'ASN.

Ces trois instances permettent des échanges internes riches et réguliers sur tous les sujets touchant de son organisation, à son fonctionnement et à l'environnement de travail de ses personnels.

Au cours de l'année 2020, le CTP de l'ASN s'est réuni à deux reprises pour aborder différents sujets et rendre pour certains d'entre eux un avis sur des textes présentés par l'administration : Covid-19 et organisation de la continuité d'activité ; modalités des inspections en période de pandémie ; lignes directrices de gestion relatives à la mobilité et la valorisation des parcours

professionnels de l'ASN ; fonctionnement du comité de formation ; bilan formation ; bilan social ; information relative aux postes seniors.

Les réunions du CTP ont aussi été l'occasion de dresser le bilan de dispositifs tels que le télétravail durant la période de confinement ou encore la nouvelle organisation des services et l'expérimentation télétravail et travail flottant.

Le CHSCT s'est, quant à lui, attaché à veiller à ce que soient pris en compte les aspects santé et sécurité au travail dans les modifications d'organisation et de fonctionnement de l'ASN et de l'accomplissement de ses missions. Il s'est réuni à deux reprises en 2020 en séance ordinaire et à quatre reprises en séance extraordinaire. Des rencontres régulières en distanciel entre les représentants des personnels et l'administration ont eu lieu durant les périodes de confinement et de déconfinement aux fins de partage d'informations et d'échange quant aux adaptations des consignes en matière d'organisation et de fonctionnement nécessaires au regard de l'évolution du contexte sanitaire.

Les débats et les échanges avec les représentants du personnel ont essentiellement porté sur la Covid-19 et la prévention des risques professionnels, dans le cadre des inspections, mais également dans le cadre du retour sur site des agents. L'ensemble des mesures prises en la matière ont été formalisées dans des « mémentos » soumis pour avis au CHSCT.

Par ailleurs, un dispositif de signalement relatif aux actes de violence, de discrimination, de harcèlement moral ou sexuel, ou d'agissements sexistes au sein de l'ASN, élaboré en concertation avec les représentants du personnel, a été approuvé par le CHSCT.

Le CHSCT a également examiné comme chaque année le bilan annuel de la situation générale de la santé, de la sécurité, le bilan radioprotection ou encore le bilan SST (Services de santé au travail) du CEA.

L'animation du réseau des assistants de prévention s'est poursuivie à distance et le réseau a activement participé à la rédaction du memento retour sur site. Par ailleurs, la formation SST des membres du CHSCT a pu être assurée.

Enfin, le CHSCT a effectué en début d'année 2020 une visite de délégation au siège (DCN). Les visites programmées à Marseille et à Paris ont dû être reportées.

Enfin, l'administration, en concertation avec les membres du CHSCT et en s'appuyant sur le réseau des assistants de prévention, a poursuivi son action visant à mieux prévenir les risques professionnels et a procédé à l'actualisation du document unique d'évaluation des risques professionnels.

La CCP, compétente pour les agents contractuels, s'est réunie quant à elle deux fois en 2020. Les débats ont essentiellement porté sur les modalités de revalorisation salariale des agents contractuels à l'ASN ainsi que sur leurs projets d'évolution et de mobilité.

Il convient de signaler que dans le cadre des actions décidées en CCP, l'administration a organisé pour la troisième année consécutive, en septembre 2020, une réunion rassemblant l'ensemble des agents contractuels de l'ASN.

La déontologie

Les règles déontologiques concernant les commissaires, les agents et les experts de l'ASN, prévues par plusieurs textes législatifs et réglementaires intervenus depuis 2011, sont rassemblées dans les deux annexes du [règlement intérieur](#) de l'ASN adopté en 2018 : la première contient les dispositions relatives à la déontologie des commissaires et des agents, la seconde contient les dispositions relatives à l'expertise externe réalisée à la demande de l'ASN, par exemple dans le cadre des GPE – voir *infra*.

Parmi les règles en vigueur à l'ASN destinées à prévenir les conflits d'intérêts, il y a lieu de mentionner les obligations déclaratives :

- déclaration publique d'intérêts (DPI) prévue par l'article L. 1451-1 (issu de la loi n° 2011-2012 du 29 décembre 2011 relative au renforcement de la sécurité sanitaire du médicament et des produits de santé) et les articles R. 1451-1 et suivants du code de la santé publique : la [décision CODEP-CLG-2012-033820 du président de l'ASN du 4 juillet 2012](#) soumet à DPI les membres du collège, du comité de direction et du Groupe permanent d'experts en radioprotection pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants (GPMED). Les DPI ont été jusqu'à la mi-juillet 2017 publiées sur le site Internet de l'ASN. Désormais, les DPI font l'objet d'une déclaration sur le site unique de [télédéclaration](#). Une soixantaine de personnes sont soumises à DPI ;
- déclarations d'intérêts et de situation patrimoniale auprès de la Haute Autorité pour la transparence de la vie publique (HATVP) résultant de la loi n° 2013-907 du 11 octobre 2013 relative à la transparence de la vie publique : les membres du collège effectuent leurs déclarations sur le site internet de la HATVP. Il en va de même pour le directeur général, les directeurs généraux adjoints, la secrétaire générale depuis le 15 février 2017, à la suite de la modification de la loi du 13 octobre 2013 ;
- déclaration d'intérêts « Fonction publique » introduite par la loi n° 2016-483 du 20 avril 2016 à l'article 25 de la loi n° 83-634 du 13 juillet 1983 et régie par le décret n° 2016-1967 du 28 décembre 2016 : le référent déontologue et les agents de l'ASN exerçant les missions d'inspection du travail dans les centres nucléaires de production d'électricité sont soumis à cette obligation ;
- gestion par son directeur général de ses instruments financiers dans des conditions excluant tout droit de regard de sa part, en application de l'article 25 *quater* de la loi du

13 juillet 1983 et du décret n° 2017-547 du 13 avril 2017 : le directeur général de l'ASN a fourni des éléments de justification à la HATVP avant le 2 novembre 2017.

Le président de l'ASN a désigné par décision en date du 28 janvier 2020 Alain Dorison comme référent déontologue.

Des procédures de recueil des signalements émis par les agents de l'ASN souhaitant procéder à une alerte éthique interne en application de la loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 et du décret n° 2017-564 du 19 avril 2017 ont également été mises en place. L'alerte concerne un problème éthique mais également le cas d'un agent qui serait témoin d'un délit ou d'un préjudice grave dans le cadre de ses fonctions.

Au-delà de la mise en œuvre des obligations rappelées ci-dessus, l'ASN a défini une nouvelle procédure de contrôle interne pour les agents qui souhaitent travailler dans le secteur privé ou faire une demande de cumul d'activités pour créer ou reprendre une entreprise, conformément à la loi n° 2019-828 du 6 août 2019 de transformation de la fonction publique et au décret n° 2020-69 du 30 janvier 2020. Des actions de sensibilisation du personnel destinées à accroître la culture déontologique interne et à prévenir les conflits d'intérêts ont également été réalisées telles que la mise en ligne sur l'intranet de documents pratiques (par exemple sur la prévention des conflits d'intérêts et le rôle du contrôle déontologique des départs vers le secteur privé), l'insertion d'un module relatif aux règles déontologiques applicables aux agents de l'ASN dans le cadre des sessions de formation organisées pour les nouveaux arrivants et un entretien vidéo dans lequel le référent déontologue explique, avec quelques exemples, ce qu'est la déontologie et quels sont les agissements de la vie professionnelle qui appellent une vigilance.

Les audits internationaux de l'ASN – les missions IRRS

Les [missions IRRS](#) (*Integrated Regulatory Review Service*) de l'AIEA sont conçues pour améliorer et renforcer l'efficacité du cadre national réglementaire nucléaire, tout en reconnaissant la responsabilité finale de chaque État d'assurer la sûreté dans ce domaine. Ces missions prennent en compte les aspects réglementaires, techniques et stratégiques, réalisent des comparaisons aux [normes de sûreté](#) de l'AIEA et tiennent compte, le cas échéant, des bonnes pratiques constatées dans d'autres pays.

Ces audits s'inscrivent dans le cadre de la directive européenne sur la sûreté nucléaire prévoyant de recevoir une mission de revue par les pairs tous les 10 ans.

Historique des missions en France

2006 : l'ASN a accueilli la première mission de revue IRRS portant sur l'ensemble des activités d'une autorité de sûreté.

2009 : mission de suivi IRRS.

2014 : nouvelle mission de revue étendue à la gestion des interfaces sûreté/sécurité.

2017 : mission de suivi en octobre aux fins d'évaluation des actions engagées à la suite de la revue réalisée fin 2014 avec les constats et recommandations suivants :

- mise en œuvre d'actions pour répondre à 15 des 16 recommandations ;

- réalisation de grands progrès dans l'amélioration de son système de gestion ;
- élaboration des principes de politique générale incluant des aspects de la culture de sécurité dans la formation, l'autoévaluation et la gestion ;
- réalisation de gains d'efficacité sur l'ensemble des activités ;
- nécessité de poursuivre l'amélioration de la planification des ressources pour s'assurer qu'elles permettent de faire face aux défis futurs, notamment les examens périodiques de la sûreté, la prolongation de la durée de vie de centrales nucléaires, l'approche graduée aux enjeux et de nouvelles responsabilités, comme la supervision de la chaîne d'approvisionnement et la sécurité des sources radioactives.

Les rapports des missions IRRS de 2006, 2009, 2014 et 2017 sont consultables sur [asn.fr](#).

L'ASN considère que les missions IRRS apportent une plus-value significative au système international de sûreté et de radioprotection. L'ASN s'implique donc fortement dans l'accueil de missions en France, en étant la première autorité de sûreté à avoir accueilli deux missions IRRS complètes, incluant les missions de suivi. Elle s'implique, en outre, comme ce fut le cas en 2019 en Allemagne, au Royaume-Uni, au Canada et en Norvège.

Les moyens financiers

Les moyens financiers de l'ASN sont présentés au point 3.

Dans son [avis du 23 avril 2019](#), l'ASN considère que la création d'un programme budgétaire unique dédié au contrôle de la sûreté et de la radioprotection constitue la priorité actuelle afin :

- d'une part, de rendre plus lisible et plus visible à la fois aux parlementaires et aux publics l'ensemble des efforts consentis par l'État au profit du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, au moment où est réaffirmée l'importance de la filière nucléaire dans la politique énergétique;
- d'autre part, de permettre à l'ASN de mieux piloter et d'optimiser la ressource dédiée aux expertises techniques dont elle est commanditaire, à l'instar de ce qui est pratiqué à l'étranger dans le domaine nucléaire, et en France pour ce qui concerne les risques industriels.

Les outils de management de l'ASN

Les outils de management de l'ASN sont notamment évalués lors des missions de revue par les pairs (*Integrated Regulatory review Service – IRRS*), consacrées à l'analyse du système français de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (voir encadré page 136).

Le Plan stratégique pluriannuel

Le Plan stratégique pluriannuel ([PSP](#)), élaboré sous l'autorité du collège, développe les axes stratégiques de l'ASN à l'échelle pluriannuelle. Il est décliné chaque année dans un document d'orientation opérationnel fixant les priorités annuelles pour l'ASN, lui-même décliné par chaque entité dans un plan d'action annuel faisant l'objet d'un suivi périodique. Cette démarche à trois niveaux constitue un élément essentiel pour l'organisation et le pilotage de l'ASN.

Disponible sur [asn.fr](#), le [PSP pour la période 2018-2020](#) comprend les cinq axes stratégiques suivants :

- renforcer la mise en œuvre d'une approche graduée et efficiente de notre contrôle;
- mieux piloter les instructions techniques;
- renforcer l'efficacité de notre action de terrain;
- consolider notre fonctionnement au profit du contrôle;
- promouvoir l'approche française et européenne de sûreté à l'international.

Ce plan reste, dans le contexte actuel, éminemment d'actualité, et appelle encore la mise en œuvre d'actions dans chacun des axes rappelés ci-dessus. Par exemple, la pandémie de Covid-19 appelle une accélération des actions en matière de transformation numérique de l'ASN, qui trouvent naturellement leur place dans l'axe 4 du PSP. C'est la raison pour laquelle le PSP a été prolongé de deux années supplémentaires. L'ASN entamera une réflexion stratégique à la fin 2021 pour élaborer son nouveau PSP sur une période de 5 ans (2023-2027).

Le management interne de l'ASN

Au sein de l'ASN, les lieux d'échanges, de coordination et de pilotage sont nombreux.

Ces instances, complétées par les nombreuses structures transverses existantes, permettent de renforcer la culture de sûreté de ses agents par le partage d'expériences et la définition de positions communes cohérentes.

Le système de management par la qualité

Pour garantir et améliorer la qualité et l'efficacité de son action, l'ASN définit et met en œuvre un système de management par la qualité inspiré des standards internationaux de l'[AIEA](#) et de l'Organisation internationale de normalisation (*International Standard Organisation – ISO*). Ce système est fondé sur :

- un manuel d'organisation regroupant des notes d'organisation et des procédures qui définissent des règles pour réaliser chacune des missions;

- des audits internes et externes pour veiller à l'application rigoureuse des exigences du système;
- l'écoute des parties prenantes;
- des indicateurs de performance qui permettent de surveiller l'efficacité de l'action;
- une revue périodique du système dans un effort d'amélioration continue.

La communication interne

Renforcer la culture et réaffirmer la spécificité de l'ASN, mobiliser tous les agents autour des axes stratégiques définis pour la réalisation de leurs missions, développer une dynamique collective forte: la communication interne de l'ASN s'attache, tout comme la gestion des ressources humaines, à favoriser le partage d'informations et d'expériences entre les équipes et les métiers.

2.4 Les instances consultatives et de concertation

2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

La loi TSN a institué un Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)), instance d'information, de concertation et de débat sur les risques liés aux activités nucléaires et l'impact de ces activités sur la santé des personnes, sur l'environnement et sur la sécurité nucléaire.

Le HCTISN peut émettre un avis sur toute question dans ces domaines ainsi que sur les contrôles et l'information qui s'y rapportent. Il peut également se saisir de toute question relative à l'accessibilité de l'information en matière de sécurité nucléaire et proposer toute mesure de nature à garantir ou à améliorer la transparence en matière nucléaire. Il peut être saisi par le Gouvernement, le Parlement, les CLI ou les exploitants d'installations nucléaires de toute question relative à l'information concernant la sécurité nucléaire et son contrôle.

Les activités du HCTISN en 2020 sont décrites au chapitre 5.

2.4.2 Le Haut Conseil de la santé publique

Le Haut Conseil de la santé publique ([HCSP](#)), créé par la [loi n° 2004-806 du 9 août 2004](#) relative à la politique de santé publique, est une instance consultative à caractère scientifique et technique, placée auprès du ministre chargé de la santé.

Il contribue à la définition des objectifs pluriannuels de santé publique, évalue la réalisation des objectifs nationaux de santé publique et contribue à leur suivi annuel. Il fournit aux pouvoirs publics, en liaison avec les agences sanitaires, l'expertise nécessaire à la gestion des risques sanitaires ainsi qu'à la conception et à l'évaluation des politiques et stratégies de prévention et de sécurité sanitaire. Il fournit également des réflexions prospectives et des conseils sur les questions de santé publique.

2.4.3 Le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques

La consultation sur les risques technologiques est organisée devant le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques ([CSPRT](#)), créé par l'[ordonnance n° 2010-418 du 27 avril 2010](#). Ce conseil comprend, aux côtés des représentants de l'État, des exploitants, des personnalités qualifiées et des représentants des associations travaillant dans le domaine de l'environnement. Le CSPRT, qui succède au Conseil supérieur des installations classées, a vu ses compétences élargies aux canalisations de transport de gaz, d'hydrocarbures et de produits chimiques, ainsi qu'aux INB.

Le CSPRT est obligatoirement saisi par le Gouvernement pour avis sur les arrêtés ministériels relatifs aux INB. Il peut également être saisi par l'ASN pour les décisions relatives aux INB.

Par décret du 28 décembre 2016, le champ de compétence du CSPRT s'est à nouveau élargi. Une sous-commission permanente chargée de préparer des avis du conseil dans le domaine des ESP se substitue à la Commission centrale des appareils à pression (CCAP). Cette sous-commission a compétence délibérative pour l'examen des décisions non réglementaires entrant dans ce domaine de compétence.

Elle regroupe des membres des diverses administrations concernées, des personnes désignées en raison de leurs compétences et des représentants des fabricants et des utilisateurs d'ESP et des organismes techniques et professionnels intéressés.

Elle est obligatoirement saisie par le Gouvernement et par l'ASN de toute question touchant aux arrêtés ministériels concernant les ESP. Elle reçoit également communication des dossiers d'accident concernant ces équipements.

2.4.4 Les commissions locales d'information et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli)

Les commissions locales d'information (CLI) auprès des INB ont une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'impact des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement pour ce qui concerne les installations du site ou des sites qui les concernent. Elles peuvent faire réaliser des expertises ou faire procéder à des mesures relatives aux rejets de l'installation dans l'environnement.

Les CLI, dont la constitution incombe au président du conseil départemental, comprennent différentes catégories de membres : représentants des conseils départementaux, des conseils municipaux ou des assemblées délibérantes des groupements de communes et des conseils régionaux intéressés, membres du Parlement élus dans le département, représentants d'associations de protection de l'environnement, des intérêts économiques et d'organisations syndicales de salariés représentatives et des professions médicales ainsi que des personnalités qualifiées.

Le statut des CLI a été défini par la loi TSN du 13 juin 2006 et par les [articles R. 125-50 et suivants du code de l'environnement](#). Il a été renforcé par la [loi TECV](#) de 2015.

Les missions et les activités des CLI sont décrites au chapitre 5.

L'[Anccli](#) a pour missions de représenter les CLI auprès des autorités nationales et européennes et d'apporter une assistance aux commissions pour les questions d'intérêt commun.

2.5 Les appuis techniques de l'ASN

L'ASN bénéficie de l'expertise d'appuis techniques pour préparer ses décisions. L'IRSN est le principal d'entre eux. L'ASN poursuit, par ailleurs, depuis plusieurs années, un effort de diversification de ses experts.

2.5.1 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

L'[IRSN](#) a été créé par la loi n° 2001-398 du 9 mai 2001 instaurant une agence française de sécurité sanitaire environnementale et par le décret n° 2002-254 du 22 février 2002 dans le cadre de la réorganisation nationale du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection afin de rassembler les moyens publics d'expertise et de recherche dans ces domaines. Ces textes ont été modifiés depuis, notamment par l'article 186 de la [loi TECV](#) et le [décret n° 2016-283 du 10 mars 2016](#) relatif à l'IRSN.

L'IRSN est placé sous la tutelle des ministres chargés respectivement de l'environnement, de la défense, de l'énergie, de la recherche et de la santé.

L'[article L. 592-45 du code de l'environnement](#) précise que l'IRSN est un établissement public de l'État à caractère industriel et commercial qui exerce, à l'exclusion de toute responsabilité d'exploitant nucléaire, des missions d'expertise et de recherche dans le domaine de la sécurité nucléaire. L'IRSN contribue à l'information du public et publie les avis rendus sur saisine d'une autorité publique ou de l'ASN, en concertation avec celles-ci. Il organise la publicité des données scientifiques résultant des programmes de recherche dont il a l'initiative, à l'exclusion de ceux relevant de la défense.

Pour la réalisation de ses missions, l'ASN a recours à l'appui technique de l'IRSN. Le président de l'ASN étant désormais membre du conseil d'administration de l'IRSN, l'ASN contribue à l'orientation de la programmation stratégique de l'IRSN.

L'IRSN conduit et met en œuvre des programmes de recherche afin d'asseoir sa capacité d'expertise publique sur les connaissances scientifiques les plus avancées dans les domaines des risques nucléaires et radiologiques, tant à l'échelle nationale qu'internationale. Il est chargé d'une mission d'appui technique aux autorités publiques compétentes en sûreté, radioprotection et sécurité, aussi bien dans la sphère civile que dans celle de la défense.

L'IRSN assure également certaines missions de service public, notamment en matière de surveillance de l'environnement et des personnes exposées aux rayonnements ionisants.

L'IRSN assure la gestion de bases de données nationales (comptabilité nationale des matières nucléaires, fichier national d'inventaire des sources de rayonnements ionisants, fichier relatif au suivi de l'exposition des travailleurs soumis aux rayonnements ionisants, etc.) et contribue ainsi à l'information du public sur les risques liés aux rayonnements ionisants.

Les effectifs de l'IRSN

L'effectif global de l'IRSN au 31 décembre 2020 est de plus de 1800 agents, dont 430 se consacrent à l'appui technique de l'ASN.



LES RENCONTRES DES GPE EN 2020

Compte tenu du contexte de pandémie, les modalités d'organisation des réunions des groupes permanents d'experts (GPE) en 2020 ont été adaptées afin que leur activité puisse être maintenue.

Les réunions plénières en présentiel ont été remplacées par des échanges organisés selon les modalités d'interaction et de contribution suivantes :

- réunions dématérialisées sous forme d'échanges par écrit à froid. Deux consultations de ce type ont été mises en place ;
- réunions plénières en visioconférence qui ont permis des interactions directes indispensables dans la construction de l'expertise. Six journées de ce type ont été mises en place.

INCIDENCE COVID

TABLEAU 1

Réunions des groupes permanents d'experts en 2020

GPE	DATE	THÈME PRINCIPAL
GPR	12 et 13 novembre 2020	• Bilan de la phase générique du 4 ^e réexamen périodique des réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe)
GPR	17 et 23 novembre 2020	• Réexamen périodique du réacteur à haut flux (RHF – INB 67) exploité par l'Institut Laue-Langevin (ILL)
GPESPN	8 septembre 2020	• Tenue en service des cuves des réacteurs de 900 MWe pendant la période de 10 ans suivant leur 4 ^e visite décennale
GPESPN	26 novembre 2020	• Mise à jour du dossier « zones en inconel du circuit primaire principal des réacteurs des paliers 900, 1300 et 1450 MWe » (hors Fessenheim)
GPU	Consultation dématérialisée du 20 mai au 15 juin 2020	• Projet de Guide n° 26 <i>Maîtrise du risque de criticité dans les INB</i> (guide ASN/IRSN)
GPU	12 octobre 2020	• Réexamen périodique de l'INB 118 (STE3) de l'établissement de La Hague : étude d'impact sanitaire et environnemental
GPDEM	Consultation dématérialisée du 5 juin au 6 juillet 2020	• Dossier de démantèlement et réexamen de la sûreté de Phébus (INB 92)
GPD	Consultation dématérialisée du 3 juillet au 30 septembre 2020	• Présentations ASN : déchets bitumés ; suites du débat public PNGMDR ; règlement intérieur des GPE • Présentations IRSN : comportement physicochimique des fûts d'enrobés bitumeux ; stockage fûts bitumés Cigéo ; nocivité des matières et déchets radioactifs • Document technique Andra : stockage des fûts de déchets bitumés ; développement progressif du centre de stockage Cigéo et jalonnement des décisions associées
GPRADE	3 mars 2020	• Recommandations du GPRADE portant sur l'exposition professionnelle au radon
GPMED et GPRADE	6 octobre 2020	• Bilan de fonctionnement et réflexions sur l'évolution des GP • Présentation des travaux du groupe de travail portant sur la mise à jour du Guide national <i>Intervention médicale en cas d'événement nucléaire ou radiologique</i> • Présentation du Guide portant sur l'évaluation de l'impact radiologique sur la faune et la flore (GPRADE)
GPMED	1 ^{er} décembre 2020	• Méthodologie de travail et perspectives de la révision des niveaux de référence diagnostique (NRD)

Le budget de l'IRSN

Le budget de l'IRSN est présenté au point 3.

Une convention quinquennale définit les principes et les modalités de l'appui technique fourni par l'Institut à l'ASN. Cette convention est précisée chaque année par un protocole qui recense les actions à réaliser par l'IRSN en appui à l'ASN.

Loi TECV

Cette [loi du 17 août 2015](#) clarifie l'organisation du dispositif articulé autour de l'ASN et de l'IRSN :

- elle inscrit dans le [code de l'environnement](#) l'existence et les missions de l'IRSN au sein d'une nouvelle section 6 intitulée « L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire » du chapitre 2 relatif à « L'Autorité de sûreté nucléaire » du titre IX du livre V du code de l'environnement ;
- elle rappelle que l'ASN bénéficie de l'appui technique de l'IRSN en précisant que cet appui comprend des activités d'expertise « soutenues par des activités de recherche » ;
- elle précise les relations entre l'ASN et l'IRSN en indiquant que l'ASN « oriente la programmation stratégique relative à cet appui technique » et que le président de l'ASN est membre du conseil d'administration de l'Institut ;
- elle prévoit enfin le principe de publication des avis de l'IRSN.

2.5.2 Les groupes permanents d'experts

Pour préparer ses décisions, l'ASN s'appuie sur les avis et les recommandations de huit GPE. Une distinction est faite entre l'expertise demandée à l'IRSN (voir point 2.5.1), et celle demandée aux GPE.

Les GPE donnent un avis, à la demande de l'ASN, sur certains dossiers techniques à forts enjeux en amont de la prise de

décision. Les GPE sont composés d'experts nommés à titre individuel en raison de leur compétence et sont ouverts à la société civile. Leurs membres sont issus des milieux universitaires et associatifs et d'organismes d'expertise et de recherche. Ils peuvent également être des exploitants d'installations nucléaires ou appartenir à d'autres secteurs (industriel, médical, etc.). La participation d'experts étrangers permet de diversifier les modes d'approche des problématiques et de bénéficier de l'expérience acquise au plan international.

L'ASN renouvelle tous les 4 ans la composition des GPE. Ils sont répartis selon leurs domaines de compétence :

- le Groupe permanent d'experts pour le démantèlement ([GPDEM](#)) créé en octobre 2018,
- le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs ([GPR](#)) renouvelé en octobre 2018,
- le Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines ([GPU](#)) renouvelé en octobre 2018,
- le Groupe permanent d'experts pour les déchets ([GPD](#)) renouvelé en octobre 2018,
- le Groupe permanent d'experts pour les transports ([GPT](#)) renouvelé en octobre 2018,
- le Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires ([GPESPN](#)) renouvelé en octobre 2018,
- le Groupe permanent d'experts pour la radioprotection des travailleurs et du public pour les applications industrielles et de recherche, ainsi que pour les rayonnements ionisants d'origine naturelle et en environnement ([GPRADE](#)) prorogé d'un an en décembre 2020,
- le Groupe permanent d'experts pour la radioprotection des professionnels de santé, du public et des patients pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants ([GPMED](#)) prorogé d'un an en décembre 2020.

Pour la majorité des sujets traités, les GPE étudient les rapports établis par l'IRSN, par un groupe de travail d'experts ou par l'une des directions de l'ASN. Les représentants des services de l'ASN ou des structures externes ayant réalisé l'expertise préalable à une réunion de GPE présentent au groupe leurs conclusions. À l'issue de chaque consultation, le GPE consulté peut émettre un avis écrit, pouvant être assorti de recommandations, à destination du directeur général de l'ASN. Les éléments relatifs au dossier sont mis à la disposition des membres des GPE afin qu'ils se forgent un avis éclairé et indépendant. Cette prise de recul est utile à la prise de décision.

En plus d'être consultés sur des dossiers soumis par un exploitant, les GPE jouent un rôle de garant de la doctrine en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection et contribuent à son évolution. Ils peuvent être associés aux réflexions sur les évolutions de la réglementation, ou sur une thématique générale de sûreté nucléaire ou de radioprotection.

En tant qu'instance d'expertise, les membres des GPE sont tenus de respecter les dispositions de la Charte de l'expertise externe figurant à l'annexe 2 au règlement intérieur de l'ASN. Chaque membre des GPE établit une déclaration d'intérêt (celle-ci est rendue publique pour le cas particulier du GPMED qui traite de questions relatives aux produits de santé, conformément à la charte de l'expertise sanitaire du 21 mai 2013 prévue à l'article L. 1452-2 du code de la santé publique).

Les dispositions relatives à la prévention des conflits d'intérêts ont été renforcées fin 2019 avec l'adoption du nouveau règlement intérieur commun aux huit GPE. En particulier, une organisation est définie pour identifier les liens et conflits d'intérêts et les gérer de manière appropriée.

Dans sa démarche de transparence en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, l'ASN rend publics depuis 2009 les lettres de saisine des GPE, les avis rendus par les GPE ainsi que les positions prises par l'ASN sur la base de ces avis. L'IRSN publie de son côté les synthèses des rapports d'instruction technique qu'il présente aux GPE.

GPDEM «démantèlement»

Présidé par Michèle Viala, le [GPDEM](#) est composé de 33 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine du démantèlement des INB. Le GPDEM a été consulté une fois sur le projet de démantèlement de l'installation Phébus. Cette consultation se poursuivra en 2021.

GPD «déchets»

Présidé par Pierre Bérest, le [GPD](#) est composé de 38 experts nommés en raison de leur compétence dans les domaines nucléaire, géologique et minier. En 2020, une réunion d'information dématérialisée a été organisée en collaboration avec l'Andra et l'IRSN. Le GPD a ainsi été consulté sur plusieurs thématiques dont les déchets bitumés.

GPESPN «équipements sous pression nucléaires»

Le [GPESPN](#) remplace depuis 2009 la section permanente nucléaire de la CCAP. Cette dernière a été remplacée à partir du 28 décembre 2016 par une sous-commission permanente du CSPRT (voir point 2.4.3). Présidé par Matthieu Schuler depuis le 6 octobre 2018, le GPESPN est composé de 29 experts, nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des ESP. En 2020, il a tenu deux réunions plénières, dont la dernière réunion qui clôturait le dossier sur la tenue en service des cuves des réacteurs de 900 MWe. Il a été invité à participer à la réunion du GPR sur le bilan du 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe.

GPMED «radioprotection pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants»

Présidé par Bernard Aubert, le [GPMED](#) est composé de 36 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine de la radioprotection des professionnels de santé, du public et des patients et pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants. En 2020, il a tenu deux réunions plénières dont une a été commune avec le GPRADE. Un appel à candidatures sera lancé au cours de l'année 2021 en vue du renouvellement du groupe prévu en décembre 2021.

GPRADE «radioprotection, pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants et en environnement»

Présidé par Jean-Paul Samain, le [GPRADE](#) est composé de 30 experts nommés en raison de leurs compétences dans les domaines de la radioprotection des travailleurs (autres que les professionnels de santé) et du public, pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants et pour les expositions aux rayonnements ionisants d'origine naturelle, et la protection de l'environnement. En 2020, il a tenu deux réunions plénières dont une a été commune avec le GPMED. Un appel à candidatures sera lancé au cours de l'année 2021 en vue du renouvellement du groupe prévu en décembre 2021.

GPR «réacteurs nucléaires»

Présidé par Philippe Saint-Raymond puis Thierry Charles, le [GPR](#) est composé de 35 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des réacteurs nucléaires. En 2020, il a tenu deux réunions plénières dont la réunion bilan concernant le 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe. Cette dernière a été ouverte aux membres du GPESPN, à l'Anclci, aux CLI concernées et aux associations.

GPT «transports»

Sans président actuellement, le [GPT](#) est composé de 25 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des transports. Il ne s'est pas réuni en 2020.

GPU «laboratoires et usines»

Présidé par Alain Dorison, le [GPU](#) est composé de 32 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des laboratoires et des usines concernés par des substances radioactives. En 2020, il a été consulté une fois lors d'une réunion dématérialisée relative au projet de guide de l'ASN sur la maîtrise de la criticité. Il a tenu une réunion plénière dédiée au réexamen de l'INB 118, qu'il avait visitée au préalable.

2.5.3 Le comité scientifique

L'ASN s'appuie sur un [comité scientifique](#) placé auprès du collège pour l'appuyer dans l'identification des sujets de recherche à mener ou à approfondir dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Par [décision du 6 novembre 2018](#), le collège de l'ASN a nommé pour quatre années les neuf membres du comité scientifique, désignés pour leurs compétences notamment dans les domaines de la recherche. Sous la présidence de Michel Schwarz, le comité rassemble Benoît De Boeck, Jean-Marc Cavedon, Edward Lazo, Catherine Luccioni, Antoine Masson, Jean-Claude Micaelli, Christelle Roy et Marc Vannerem. Le comité scientifique a maintenu ses deux réunions plénières annuelles en 2020. Il a également poursuivi ses rencontres avec les laboratoires de recherche notamment dans le domaine du vieillissement des matériaux non métalliques. Dans le domaine de la radioprotection, il a rédigé un avis sur les recherches à mener en lien avec les expositions internes à l'uranium ainsi qu'aux différentes formes chimiques du tritium. Cet avis sera publié au début de l'année 2021.

2.5.4 Les autres appuis techniques de l'ASN

Pour diversifier ses expertises ainsi que pour bénéficier d'autres compétences particulières, l'ASN a engagé 45 k€ de crédits en 2020.

En 2020, l'ASN a notamment reçu un appui pour poursuivre le développement de l'inspection de projets complexes des exploitants.

2.6 Les groupes de travail pluralistes

Plusieurs groupes de travail pluralistes ont été mis en place par l'ASN ; ils permettent à des parties prenantes de contribuer notamment à l'élaboration de doctrines, à la définition de plans d'action ou au suivi de leur mise en œuvre.

2.6.1 Le groupe de travail sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

L'article L. 542-1-2 du code de l'environnement prescrit l'élaboration d'un PNGMDR, révisé tous les 3 ans, dont l'objet est de dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs, de recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage, de préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage et, pour les déchets radioactifs qui ne font

pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif, de déterminer les objectifs à atteindre.

Le groupe de travail chargé de l'élaboration du PNGMDR comprend notamment des associations de protection de l'environnement, des experts, des industriels, des autorités de contrôle, ainsi que des producteurs et gestionnaires de déchets radioactifs. Il est coprésidé par la direction générale de l'énergie et du climat du ministère de la Transition écologique et par l'ASN.

Les [travaux du groupe de travail PNGMDR](#) sont présentés plus en détail au chapitre 14.

2.6.2 Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire

En application d'une [directive interministérielle](#) du 7 avril 2005 sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une [situation d'urgence radiologique](#), l'ASN est chargée, en relation avec les départements ministériels concernés, de définir, de préparer et de mettre en œuvre les dispositions nécessaires pour gérer une situation post-accidentelle.

Afin d'élaborer une doctrine et après avoir testé la gestion post-accidentelle lors de la réalisation d'exercices nationaux et internationaux, l'ASN a rassemblé tous les acteurs concernés au sein d'un Comité directeur chargé de l'aspect post-accidentel ([Codirpa](#)). Ce comité est composé de l'ASN, qui en assure

TABEAU 2

Statut et activités des principales autorités de sûreté nucléaires civiles^(*)

PAYS/ AUTORITÉS DE SÛRETÉ	STATUT			SÛRETÉ DES INSTAL- LATIONS CIVILES	ACTIVITÉS					
	ADMINISTRA- TION	AGENCE GOUVERNE- MENTALE	AGENCE INDÉPEN- DANTE		RADIOPROTECTION			SÉCURITÉ (PROTECTION CONTRE LA MALVEILLANCE)		SÛRETÉ DES TRANSPORTS
					GRANDES INSTAL- LATIONS NUCLÉAIRES	HORS INB	PATIENTS	SOURCES	MATIÈRES NUCLÉAIRES	
Europe										
Allemagne/ Bmub + Länder	■			■	■	■	■	■	■	■
Belgique/AFCN		■		■	■	■	■	■	■	■
Espagne/CSN			■	■	■	■	■	■	■	■
Finlande/STÜK		■		■	■	■	■	■	■	■
France/ASN			■	■	■	■	■	■ ^(**)		■
Royaume-Uni/ ONR		■		■	■			■	■	■
Suède/SSM		■		■	■	■	■	■	■	■
Suisse/ENSI			■	■	■				■	■
Autres pays										
Canada/CCSN			■	■	■	■	■	■	■	■
Chine/NNSA	■			■	■	■	■	■	■	■
Corée/NSSC		■		■	■	■	■	■	■	■
États-Unis/NRC			■	■	■	■	■	■	■	■ ^(***)
Inde/AERB		■		■	■	■	■	■	■	■
Japon/NRA		■	■	■	■	■	■	■	■	
Russie/ Rostekhnadzor	■	■		■	■			■	■	■
Ukraine/SNRIU	■	■		■	■	■		■	■	■

* Présentation schématique et simplifiée des principaux champs de compétence des entités (administrations, agences indépendantes au sein du Gouvernement ou agences indépendantes du Gouvernement) en charge du contrôle des activités nucléaires dans les pays nucléarisés dans le monde.

** La sécurité des sources a été attribuée à l'ASN par l'ordonnance du 10 février 2016. Cette disposition est entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2017.

*** Transport national seulement.

Taxe INB, taxes additionnelles « de recherche », « d'accompagnement » et « de stockage », contribution spéciale Andra et contribution au profit de l'IRSN

Le président de l'ASN est chargé, en application du code de l'environnement, de liquider la taxe sur les installations nucléaires de bases (INB) instituée par l'article 43 de la [loi n° 99-1172 du 30 décembre 1999](#) de finances pour 2000. Le produit recouvré de cette taxe, dont le montant est fixé tous les ans par le Parlement, s'est élevé à 574,73 M€ en 2020. Il est versé au budget de l'État.

De plus, ladite loi n° 99-1172 du 30 décembre 1999 crée aussi, pour certaines INB, trois taxes additionnelles dites respectivement « de recherche », « d'accompagnement » et « de stockage ». Ces taxes sont affectées au financement des actions de développement économique et au financement des activités de recherche sur le stockage souterrain et l'entreposage réalisées par l'Andra. Le produit de ces taxes représente 126,18 M€ en 2020, dont 3,30 M€ ont été reversés en 2020 aux communes et établissements publics de coopération intercommunale autour du centre de stockage.

En outre, depuis 2014, l'ASN est chargée de la liquidation et de l'ordonnement de la contribution spéciale instituée au profit de l'Andra par l'article 58 de la [loi n° 2013-1279 du 29 décembre 2013](#) de finances rectificative pour 2013 et qui sera exigible jusqu'à la date d'autorisation de création du centre de stockage en couche géologique profonde. À l'instar des taxes additionnelles, cette contribution est due par les exploitants des INB, à compter de la création de l'installation et jusqu'à la décision de radiation. Le produit de cette contribution représente 148,66 M€ en 2020.

Enfin, l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 institue une contribution annuelle au profit de l'IRSN due par les exploitants d'INB. Cette contribution vise notamment à financer l'instruction des dossiers de sûreté déposés par les exploitants d'INB. Pour 2020, le produit de cette contribution représente 62,7 M€.

l'animation, et de représentants des différents départements ministériels intéressés par le sujet, des agences sanitaires, d'associations, de représentants des CLI et de l'IRSN.

Les travaux du Codirpa sont présentés plus en détail au chapitre 4.

2.6.3 Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants

Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants ([Canpri](#)) a été créé le 8 juillet 2019.

Présidé par l'ASN, composé de 16 experts représentant leur société savante nommés par l'ASN et de représentants des institutions sanitaires françaises. Ce comité s'est réuni le 22 septembre 2020.

2.6.4 Les autres groupes de travail pluralistes

Considérant qu'il était nécessaire de faire progresser la réflexion et les travaux concernant la contribution de l'homme et des organisations à la sûreté des installations nucléaires, l'ASN a décidé en 2012 de mettre en place un Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains ([Cofsoh](#)). Les finalités du Cofsoh sont, d'une part, de permettre les échanges entre les parties prenantes sur un sujet difficile que sont les facteurs sociaux, organisationnels et humains, d'autre part, de rédiger des documents proposant des positions communes des différents membres sur un sujet donné ainsi que des orientations pour des études à entreprendre afin d'éclairer des sujets manquant de données ou de clarté.

Par ailleurs, l'ASN anime le comité national chargé du suivi du [Plan national de gestion des risques liés au radon](#). Le comité a en particulier travaillé en 2019 et 2020 à l'élaboration du bilan du 3^e plan (2016-2019) et à la préparation du 4^e plan radon pour la période 2020-2024. Le comité s'est réuni six fois à cet effet (voir chapitre 1). Dans le cadre de ce plan, l'ASN pilote depuis 2018 un groupe de travail chargé de coordonner les actions de [communication sur la gestion du risque radon](#).

2.7 Les autres acteurs

Dans ses missions de protection de la population contre les risques sanitaires des rayonnements ionisants, l'ASN entretient une coopération étroite avec d'autres acteurs institutionnels compétents sur les problématiques de santé.

2.7.1 L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a été mise en place le 1^{er} mai 2012. Établissement public placé sous la tutelle du ministère chargé de la santé, l'ANSM a repris les missions exercées par l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé et de nouvelles responsabilités lui ont été confiées. Ses missions centrales sont d'offrir un accès équitable à l'innovation pour tous les patients et de garantir la sécurité des produits de santé tout au long de leur cycle de vie, depuis les essais initiaux jusqu'à la surveillance après autorisation de mise sur le marché.

Le site [ansm.sante.fr](#) présente l'Agence et son action. La convention ASN-ANSM a été renouvelée le 27 juin 2017.

2.7.2 La Haute Autorité de santé

La Haute Autorité de santé (HAS), autorité administrative indépendante créée en 2004, a pour mission essentielle le maintien d'un système de santé solidaire et le renforcement de la qualité des soins, au bénéfice des patients. Le site [has-sante.fr](#) présente la Haute Autorité et son action. Une convention ASN-HAS, signée le 4 décembre 2008, a été renouvelée le [15 décembre 2015](#). Un plan d'action ASN-HAS est annexé à cette convention et fait l'objet de mises à jour régulières.

2.7.3 L'Institut national du cancer

L'Institut national du cancer (INCa), créé en 2004, a pour mission essentielle la coordination des actions de lutte contre le cancer. Le site [e-cancer.fr](#) présente l'Institut et son action. Des échanges réguliers ont lieu entre l'INCa et l'ASN.

TABLEAU 3

Répartition des contributions des exploitants

EXPLOITANT	MONTANT POUR 2020 (en millions d'euros)			
	TAXE INB	TAXES ADDITIONNELLES DÉCHETS ET STOCKAGE	CONTRIBUTION SPÉCIALE ANDRA	CONTRIBUTION AU PROFIT DE L'IRSN
EDF	544,78	96,67	115,92	48,42
Orano-Framatome	16,66	6,20	7,44	5,71
CEA	4,78	18,34	25,30	6,92
Andra	5,41	3,30	-	0,40
Autres	3,10	1,67	-	0,71
Total	574,73	126,18	148,66	62,16 ^(*)

* Le montant alloué à l'IRSN est plafonné à 62,5 M€.

2.8 Les autorités de sûreté : une comparaison internationale

Le tableau 2 décrit le statut et les activités des autorités de sûreté. En termes de statut, la plupart des autorités sont des agences gouvernementales ou des agences indépendantes. Sur le plan des

activités, la plupart d'entre elles contrôlent l'ensemble du spectre des activités nucléaires, y compris en matière de protection contre la malveillance (à l'exception de la France pour les actes de malveillance).

3. Le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Depuis 2000, l'ensemble des moyens en personnel et en fonctionnement concourant à l'exercice des missions confiées à l'ASN provient du budget général de l'État.

Dans la loi de finances 2020, le montant du budget de l'ASN (action 9 du programme 181 « prévention des risques ») était de 65,77 M€ en crédits de paiement. Il comprenait 48,12 M€ au titre des dépenses de personnel et 17,65 M€ en CP au titre des crédits de fonctionnement, des services centraux et des 11 divisions territoriales de l'ASN et des crédits d'intervention. Les moyens budgétaires de l'ASN se répartissent sur cinq programmes de politiques publiques différents :

- l'action 9 « Contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection » du programme 181 « Prévention des risques » porte les effectifs et les crédits de personnel de l'ASN ainsi que les dépenses de fonctionnement, d'investissement et d'intervention engagées au titre de la réalisation de ses missions ;
- en outre, un certain nombre de charges relatives au fonctionnement (du siège et des divisions) sont intégrées dans les programmes supports du ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance (programme 218), du ministère de la Transition écologique (programme 217) et du Secrétariat général du Gouvernement (programme 354). Le patrimoine de l'ASN sur ces différents programmes, tant en matière d'actes réalisés pour l'ASN que de crédits, ne peut être connu avec précision en raison du caractère global et mutualisé de ces programmes ;
- enfin, en application des dispositions de l'article L. 592-14 du code de l'environnement, « l'Autorité de sûreté nucléaire est consultée par le Gouvernement sur la part de la subvention de l'État à l'IRSN correspondant à la mission d'appui technique apporté par cet Institut à l'Autorité. » Ces crédits d'appui à l'ASN sont inscrits sur l'action 11 « Recherche dans le domaine des risques » du programme 190 « Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables ».

Le budget global de l'IRSN pour 2020 s'élevait quant à lui à 269,5 M€ dont 83 M€ consacrés à l'action d'appui technique à l'ASN. Les crédits de l'IRSN pour l'appui technique à l'ASN proviennent pour partie (40,3 M€) du programme 190 (voir ci-après). L'autre partie (42,7 M€) provient d'une contribution due par les exploitants nucléaires. Cette contribution a été mise en place dans le cadre de la loi de finances rectificative du 29 décembre 2010.

Au total, en 2020, le budget de l'État consacré à la transparence et au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France s'est élevé à 335,42 M€.

À titre de repère, le montant des taxes recouvrées par l'ASN s'est élevé en 2020 à 849,57 M€ :

- 574,73 M€ au titre des taxes sur les INB (versés au budget général de l'État) ;
- 126,18 M€ au titre des taxes additionnelles « accompagnement », « stockage » et « recherche » (affectés à divers établissements dont l'Andra, communes et GIP) ;
- 148,66 M€ au titre de la contribution spéciale pour la gestion des déchets radioactifs (affectés à l'Andra).

Cette structure complexe de financement nuit à la lisibilité globale du coût du contrôle. Elle conduit par ailleurs à des difficultés en matière de préparation, d'arbitrage et d'exécution budgétaires.

4. Perspectives

Tirant parti des enseignements liés aux deux périodes de confinement, l'ASN conduira des travaux pour consolider son mode de fonctionnement. Le premier visera à renforcer et actualiser son plan de continuité d'activité en dépassant le cadre du cas de la seule pandémie (rupture électrique, etc.). L'année 2021 sera également mise à profit pour renforcer les moyens informatiques, notamment en matière de visioconférence. Parallèlement, l'ASN commencera à opérer la transition vers un nouveau système d'information.

Par ailleurs, l'ASN reprendra, si la situation sanitaire le permet, l'expérimentation en matière de télétravail fixe et flottant afin de redéfinir le partage entre les activités menées à distance et en présentiel, dans le respect de la qualité des missions à accomplir et de nature à préserver le collectif. Elle mettra à profit également l'année 2021 pour consolider les nouvelles modalités d'inspection (*in situ* et à distance).

Conformément à son Plan stratégique pluriannuel mais également en lien avec le retour d'expérience des périodes de confinement, l'ASN consolidera ses compétences, d'une part, en modifiant les modalités de fonctionnement de ses formations faisant place à plus d'évaluation et d'autoformation, d'autre part, en poursuivant sa politique de développement de postes séniors, qui ont vocation à être occupés par des agents ayant acquis une solide expérience professionnelle dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ou y contribuant (fonctions support ou transverses).

Suspendue en raison du contexte sanitaire, la demande de création d'un programme budgétaire unique dédié au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection sera renouvelée par l'ASN.

En matière de recherche, l'ASN mettra à profit les ressources budgétaires qui lui auront été accordées pour mener à bien des actions en cohérence avec les avis produits jusqu'à présent.

En matière d'expertise, un travail sera conduit pour renouveler la convention liant l'ASN et son appui d'expertise, l'IRSN. Les groupes permanents d'experts poursuivront leur programme de travail en 2021. Les réunions seront maintenues et selon les conditions sanitaires, les modalités d'interaction et de contribution seront adaptées. Les mandats des GPMED et GPRADE sont prolongés jusqu'au 31 décembre 2021, et seront renouvelés en 2022.

L'ASN entamera une réflexion stratégique en vue de l'élaboration au cours de l'année 2022 de son nouveau plan stratégique pluriannuel qui portera désormais sur une durée de 5 ans.

TABLEAU 4

Structuration budgétaire des crédits consacrés à la transparence et au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France

MISSION	PROGRAMME	ACTION	NATURE	RESSOURCES BUDGÉTAIRES				RECETTES
				LFI 2020 AE (M€)	LFI 2020 CP (M€)	LFI 2021 AE (M€)	LFI 2021 CP (M€)	TAXE 2020 SUR LES INB (M€)
Mission ministérielle Écologie, développement et aménagement durables	Programme 181: Prévention des risques	Action 9: Contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection	Dépenses de personnel (y compris les salariés mis à disposition)	48,12	48,12	49,41	49,41	574,73
			Dépenses de fonctionnement et d'intervention	12,65	17,65	59,73	17,73	
			Total	60,77	65,77	109,14	67,14	
		Action 1: Prévention des risques technologiques et des pollutions	Fonctionnement (évaluation) du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN)	0,15	0,15	0,15	0,15	
Sous-total			60,92	65,92	109,29	67,29		
Mission ministérielle Direction de l'action du Gouvernement	Programme 217: Conduite et pilotage des politiques de l'écologie, du développement et de la mobilité durables Programme 354: Administration territoriale de l'État	-	Fonctionnement des 11 divisions territoriales de l'ASN (immobilier, etc.)	Les crédits consacrés à l'ASN sur ces différents programmes ne sont pas identifiables en raison du caractère global et mutualisé de ces programmes				
Mission interministérielle Gestion des finances publiques et des ressources humaines	Programme 218: Conduite et pilotage des politiques économique et financière	-	Fonctionnement des services centraux de l'ASN					
Mission interministérielle Recherche et enseignement supérieur	Programme 190: Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de l'aménagement durables	Sous-action 11-2 (axe 3): Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	Activités d'appui technique de l'IRSN à l'ASN	41,15	41,15	41,8	41,8	
		Sous-action 11-2 (3 autres axes): Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	-	129,62	129,62	125,40	125,40	
Contribution annuelle au profit de l'IRSN instituée par l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 de finances rectificative pour 2010 dédiée aux activités de l'IRSN (hors appui technique à l'ASN)			-	19,5	19,5	19,4	19,4	
Contribution annuelle au profit de l'IRSN instituée par l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 de finances rectificative pour 2010 dédiée aux activités d'appui technique de l'IRSN à l'ASN			-	42,7	42,7	41,9	41,9	
Sous-total				232,97	232,97	228,5	228,5	574,73
Total général (hors IRSN et programmes 217, 218 et 354)				144,77	149,77	192,99	150,99	574,73
Total général ASN (hors programmes 217, 218 et 354) et IRSN				293,89	298,89	337,79	295,79	

CHAPITRE

03

LE CONTRÔLE
DES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES
ET DES EXPOSITIONS
AUX RAYONNEMENTS
IONISANTS



1	Vérifier que l'exploitant assume ses responsabilités P.148	4	Contrôler l'impact des activités nucléaires et surveiller la radioactivité de l'environnement P.161
	<ul style="list-style-type: none"> 1.1 Les principes de la mission de contrôle de l'ASN 1.2 Le champ du contrôle des activités nucléaires 		<ul style="list-style-type: none"> 4.1 Le contrôle des rejets et de l'impact environnemental et sanitaire des activités nucléaires <ul style="list-style-type: none"> 4.1.1 Le suivi et le contrôle des rejets 4.1.2 L'évaluation de l'impact radiologique des activités nucléaires 4.1.3 Les contrôles effectués dans le cadre européen 4.2 La surveillance de l'environnement <ul style="list-style-type: none"> 4.2.1 Le réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement 4.2.2 L'objet de la surveillance de l'environnement 4.2.3 Le contenu de la surveillance 4.2.4 La surveillance de l'environnement sur le territoire national par l'IRSN 4.3 Des laboratoires agréés par l'ASN pour garantir la qualité des mesures <ul style="list-style-type: none"> 4.3.1 La procédure d'agrément des laboratoires 4.3.2 La commission d'agrément 4.3.3 Les conditions d'agrément
2	Proportionner le contrôle aux enjeux P.149		
	<ul style="list-style-type: none"> 2.1 Le contrôle réalisé par l'ASN 2.2 Les contrôles internes effectués par les exploitants <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1 Le contrôle interne des exploitants d'installations nucléaires de base 2.2.2 Le contrôle interne de la radioprotection par les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants 2.3 L'agrément d'organismes et de laboratoires 		
3	Réaliser un contrôle efficient P.152	5	Les contrôles liés aux fraudes et le traitement des signalements P.168
	<ul style="list-style-type: none"> 3.1 L'inspection <ul style="list-style-type: none"> 3.1.1 Les objectifs et les principes de l'inspection 3.1.2 Les moyens mis en œuvre pour l'inspection 3.1.3 L'inspection des installations nucléaires de base et des équipements sous pression 3.1.4 L'inspection du transport de substances radioactives 3.1.5 L'inspection dans le nucléaire de proximité 3.1.6 Le contrôle des organismes et laboratoires agréés par l'ASN 3.1.7 Le contrôle des expositions au radon et aux rayonnements naturels 3.2 L'analyse des démonstrations fournies par l'exploitant <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1 L'analyse des dossiers transmis par les exploitants des installations nucléaires de base 3.2.2 L'instruction des demandes prévues par le code de la santé publique 3.3 Les enseignements tirés des événements significatifs <ul style="list-style-type: none"> 3.3.1 La démarche de détection et d'analyse des anomalies 3.3.2 La mise en œuvre de la démarche 3.3.3 L'enquête technique menée en cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire 3.3.4 Le bilan statistique des événements 3.4 La sensibilisation des professionnels et la coopération avec les autres administrations 3.5 L'information sur l'action de contrôle de l'ASN 		<ul style="list-style-type: none"> 5.1 Le contrôle relatif aux fraudes 5.2 Le traitement des signalements
		6	Relever et sanctionner les écarts P.169
			<ul style="list-style-type: none"> 6.1 L'équité et la cohérence des décisions en matière de mesures de coercition et de sanction 6.2 Une politique adaptée de coercition et de sanction 6.3 Le bilan 2020 en matière de coercition et de sanction

03

Le contrôle des activités nucléaires et des expositions aux rayonnements ionisants

En France, le responsable d'une activité nucléaire doit assurer la sûreté de son activité. Il ne peut pas déléguer cette responsabilité et doit assurer une surveillance permanente de son activité et du matériel utilisé. Compte tenu des risques liés aux [rayonnements ionisants](#) pour les personnes et l'environnement, l'État exerce un contrôle des activités nucléaires, qu'il a confié à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Dans un souci d'efficacité administrative, l'ASN s'est également vu confier le contrôle de la [réglementation](#) en matière d'environnement et d'équipements sous pression (ESP) dans les installations nucléaires de base (INB).

Le [contrôle des activités nucléaires](#) est une mission fondamentale de l'ASN. Son objectif vise, en premier lieu, à s'assurer que tout responsable d'activité nucléaire assume

effectivement ses obligations. L'ASN développe une vision du contrôle qui porte tant sur les aspects matériels qu'organisationnels et humains. Elle concrétise son action de contrôle, à la suite des évaluations de la sûreté et de la radioprotection dans chaque secteur d'activité, par des décisions, des prescriptions, des documents de suite d'inspection et, le cas échéant, des sanctions.

Les priorités du contrôle sont définies au regard des risques intrinsèques à l'activité, du comportement des responsables d'activité et des moyens qu'ils mettent en œuvre pour les maîtriser. Dans les domaines prioritaires, l'ASN doit renforcer son contrôle. À l'inverse, pour des enjeux faibles, elle doit savoir réduire son contrôle et le faire explicitement.

1. Vérifier que l'exploitant assume ses responsabilités

1.1 Les principes de la mission de contrôle de l'ASN

Le contrôle de l'ASN vise, en premier lieu, à s'assurer que les responsables d'activité assument effectivement leurs obligations et respectent les exigences de la réglementation relative à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement des risques liés à la radioactivité.

Il s'applique à toutes les phases de l'exercice de l'activité, y compris, pour les installations nucléaires, à la phase de démantèlement :

- avant l'exercice par l'exploitant d'une activité soumise à autorisation, par un examen et une analyse des dossiers, documents et informations fournis par l'exploitant pour justifier son projet au regard de la sûreté et de la radioprotection. Ce contrôle vise à s'assurer du caractère pertinent et suffisant des informations et de la démonstration fournies ;
- pendant l'exercice de l'activité, par des visites, des inspections, un contrôle des interventions de l'exploitant présentant des enjeux importants, l'analyse des bilans fournis par l'exploitant et des événements significatifs. Ce contrôle comprend l'analyse des justifications apportées par l'exploitant.

L'ASN applique un principe de proportionnalité pour guider son action afin d'adapter le champ, les modalités et l'intensité de son contrôle aux enjeux en matière de protection des personnes et de l'environnement.

Le contrôle s'exerce le cas échéant avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)).

1.2 Le champ du contrôle des activités nucléaires

L'[article L. 592-22 du code de l'environnement](#) dispose que l'ASN assure le contrôle du respect des règles générales et des prescriptions particulières en matière de sûreté et de radioprotection auxquelles sont soumis :

- les exploitants d'installations nucléaires de base (INB) ;
- les fabricants et exploitants d'équipements sous pression nucléaires (ESPN) utilisés dans les INB ;
- les responsables d'activités de transport de substances radioactives (TSR) ;
- les responsables d'activités comportant un risque d'exposition des personnes et des travailleurs aux rayonnements ionisants ;
- les personnes responsables de la mise en œuvre de mesures de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants ;
- les exploitants nucléaires, leurs fournisseurs, prestataires ou sous-traitants lorsqu'ils réalisent des activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement en dehors du périmètre des INB.

Ces personnes ou entités sont dénommées « exploitants » dans ce chapitre.

L'ASN contrôle également [les organismes et les laboratoires](#) qu'elle agréé dans le but de participer aux contrôles et à la veille en matière de sûreté et de radioprotection. L'ASN exerce la mission d'[inspection du travail](#) dans les centrales électronucléaires (voir chapitre 10).

2. Proportionner le contrôle aux enjeux

L'ASN s'attache à organiser son [action de contrôle](#) de manière proportionnée aux enjeux présentés par les activités. Elle adopte une démarche d'amélioration continue de ses pratiques de contrôle afin de conforter l'efficacité et la qualité de ses actions. Elle exploite le retour d'expérience (REX) de plus de 40 ans de contrôle des activités nucléaires et les échanges de bonnes pratiques avec ses [homologues étrangères](#).

L'exploitant est le principal acteur du contrôle de ses activités.

L'ASN réalise le contrôle des activités nucléaires par ses actions :

- d'inspection, en général sur site ou dans un service contrôlé, ou auprès des transporteurs de substances radioactives. Elle consiste à vérifier, par sondage, la conformité d'une situation donnée à un référentiel réglementaire ou technique mais aussi, éventuellement, à évaluer les pratiques de l'exploitant par rapport aux meilleures pratiques actuelles ;
- d'autorisation, après analyse de la démonstration du demandeur prouvant que ses activités sont maîtrisées sur le plan de la radioprotection et de la sûreté ;
- de retour d'expérience, notamment par l'analyse des événements significatifs ;
- d'agrément d'organismes et de laboratoires participant aux mesures de radioactivité et aux contrôles de la radioprotection ainsi que d'habilitation d'organismes pour le contrôle des appareils à pression ;
- de présence sur le terrain, fréquente également en dehors des inspections ;
- de concertation avec les organisations professionnelles (syndicats, ordres professionnels, sociétés savantes, etc.).

La réalisation de certains contrôles, par des organismes et des laboratoires qui présentent les garanties nécessaires validées par un agrément ou une habilitation de l'ASN, contribue au contrôle exercé sur les activités nucléaires.

2.1 Le contrôle réalisé par l'ASN

L'exploitant a la charge de fournir à l'ASN l'information nécessaire à son contrôle. Cette information, par son volume et sa qualité, doit permettre à l'ASN d'analyser les démonstrations techniques présentées par l'exploitant et de cibler les inspections. Elle doit, par ailleurs, permettre de connaître et de suivre les événements importants qui marquent l'exploitation d'une activité nucléaire.

Le contrôle des installations nucléaires de base

La sûreté nucléaire recouvre l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des INB, ainsi qu'au TSR prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets. Cette notion intègre les mesures prises pour optimiser la gestion des déchets et des effluents.

La [sûreté des installations nucléaires](#) repose sur la mise en œuvre des principes suivants, définis par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) dans ses principes fondamentaux de sûreté des installations nucléaires ([collection Sécurité n° 110](#)) puis repris en grande partie dans la [directive européenne sur la sûreté nucléaire du 8 juillet 2014](#) modifiant celle de 2009 :

- la responsabilité en matière de sûreté incombe en premier lieu à l'exploitant ;
- l'organisme en charge de la réglementation et du contrôle est indépendant de l'organisme chargé de promouvoir ou d'utiliser l'énergie nucléaire. Il doit détenir les responsabilités en matière d'autorisation, d'inspection et de mise en demeure, ainsi que l'autorité, les compétences et les ressources nécessaires pour exercer ses responsabilités. Aucune autre responsabilité ne doit compromettre sa responsabilité en matière de sûreté ou entrer en conflit avec elle.

En France, le [code de l'environnement](#) définit l'ASN comme l'organisme qui répond à ces critères, hormis pour les installations nucléaires et les activités intéressant la défense qui sont régies par les dispositions du [code de la défense](#).

L'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#), prise en application de la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV), a étendu le champ du contrôle exercé par l'ASN aux fournisseurs, prestataires ou sous-traitants des exploitants, y compris pour les activités mises en œuvre hors des INB.

Dans son action de contrôle, l'ASN s'intéresse aux équipements et matériels qui constituent les installations, aux personnes chargées de les exploiter, aux méthodes de travail et à l'organisation depuis les premières phases de la conception jusqu'au démantèlement. Elle examine les dispositions prises en matière de sûreté nucléaire ou de contrôle et de limitation des doses reçues par les personnes qui interviennent dans les installations, ainsi que les modalités de gestion des déchets, de contrôle des rejets d'effluents ou de protection de l'environnement.

Le contrôle des appareils à pression

De nombreux circuits des installations nucléaires contiennent ou véhiculent des fluides sous pression. Ils sont soumis à ce titre à la réglementation relative aux appareils à pression dont font partie les ESPN.

Le code de l'environnement dispose que l'ASN est l'autorité administrative compétente pour prendre les décisions individuelles et de [contrôle](#) du suivi en service des appareils à pression implantés dans le périmètre d'une INB.

L'exploitation des appareils à pression fait l'objet d'un contrôle qui porte en particulier sur les programmes de suivi en service, les contrôles non destructifs, les interventions de maintenance, le traitement des anomalies qui affectent ces circuits et les requalifications périodiques.

Par ailleurs, l'ASN évalue la conformité des ESPN neufs les plus importants aux exigences de la réglementation. Elle habilite et surveille les organismes chargés d'évaluer la conformité des autres ESPN.

Le contrôle du transport de substances radioactives

Le [transport](#) comprend toutes les opérations et conditions associées au mouvement des substances radioactives, telles que la conception des emballages, leur fabrication, leur entretien et leur réparation, et la préparation, l'envoi, le chargement, l'acheminement, y compris l'entreposage en transit, le déchargement et la réception au lieu de destination finale des chargements de substances radioactives et de colis (voir chapitre 9).

Le contrôle des activités comportant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants

En France, l'ASN remplit la mission d'élaboration et de contrôle de la réglementation technique concernant la [radioprotection](#).

Le champ du contrôle de la radioprotection par l'ASN comprend toutes les activités mettant en œuvre des rayonnements ionisants. L'ASN exerce cette mission le cas échéant conjointement avec d'autres services de l'État tels que l'inspection du travail, l'inspection des installations classées pour la protection de l'environnement, les services du ministère chargé de la santé et l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM).

Cette action porte soit directement sur les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants, soit sur des organismes agréés pour effectuer des contrôles et vérifications techniques de ces utilisateurs.

Les modalités de contrôle des acteurs de la radioprotection sont présentées dans le tableau 1. Elles ont évolué lors de la parution, en juin 2018, des décrets transposant la [directive européenne 2013/59/Euratom du 5 décembre 2013](#) fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.

Le contrôle de l'application du droit du travail dans les centrales nucléaires

L'ASN exerce l'inspection du travail des 56 réacteurs en fonctionnement, des deux réacteurs de Fessenheim mis à l'arrêt en 2020 (répartis dans les 19 centrales nucléaires), du [réacteur EPR \(Evolutionary Power Reactor\) de Flamanville](#) et des huit réacteurs en démantèlement. En effet, les actions de contrôle en matière de sûreté, de radioprotection et d'inspection du travail portent très souvent sur des thèmes communs, comme l'organisation des chantiers ou les conditions de recours à la sous-traitance.

Les inspecteurs du travail de l'ASN ont quatre missions essentielles :

- contrôler l'application de la législation du travail dans tous ses aspects (santé, sécurité et conditions de travail, enquêtes sur les accidents du travail, qualité de l'emploi et relations collectives) ;
- conseiller et informer les employeurs, les salariés et les représentants du personnel sur leurs droits et obligations et sur la législation du travail ;
- informer l'administration des évolutions du travail et les carences éventuelles de la législation ;
- faciliter la conciliation entre les parties.

Les inspecteurs du travail de l'ASN disposent des mêmes pouvoirs et mêmes prérogatives que les inspecteurs du travail de droit commun. Ils appartiennent au système d'inspection du travail dont l'autorité centrale est la direction générale du travail.

Les missions des inspecteurs du travail sont fondées sur des normes internationales ([convention n° 81](#) de l'Organisation internationale du travail – OIT) et sur la réglementation nationale. L'ASN les exerce en relation avec les autres services de l'État, principalement les services du ministère chargé du travail.

L'ASN s'est dotée d'une organisation visant à faire face à ces enjeux. L'action des inspecteurs du travail de l'ASN (17 agents représentant 6,4 équivalents temps plein, et 2 pour la mission inspection du travail) s'est renforcée sur le terrain depuis 2009, notamment lors des arrêts de réacteur, avec des visites de contrôle, des conseils lors des réunions des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail et des commissions interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail, ainsi que des entretiens réguliers avec les partenaires sociaux.

2.2 Les contrôles internes effectués par les exploitants

2.2.1 Le contrôle interne des exploitants d'installations nucléaires de base

L'ASN a adopté en 2017 une décision ([n° 2017-DC-0616 du 30 novembre 2017](#)) qui précise les critères permettant de distinguer les modifications notables devant être soumises à autorisation de l'ASN de celles soumises à déclaration. Elle définit par ailleurs les exigences applicables à la gestion des modifications notables, notamment les modalités de contrôle interne que doivent mettre en œuvre les exploitants.

L'ASN contrôle la bonne application des dispositions prescrites par cette décision.

2.2.2 Le contrôle interne de la radioprotection par les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants

Les dispositions des [articles R. 4451-40 à R. 4451-51 du code du travail](#) réorganisent profondément les modalités de réalisation des contrôles techniques, désormais dénommés « vérifications ». Elles harmonisent les exigences en la matière avec celles applicables pour d'autres risques tels que, notamment, le risque électrique ([article R. 4226-14](#)), ou plus généralement pour les équipements de travail ([article R. 4323-22](#)) et proportionnent les mesures à mettre en œuvre à la nature et à l'ampleur du risque. Ces vérifications se déclinent, durant la vie des équipements de travail, ou des installations, sous la forme de vérifications initiales (faites par un organisme accrédité), le cas échéant renouvelées, et de vérifications périodiques (effectuées par le conseiller en radioprotection). L'arrêté du 23 octobre 2020, appelé par l'article R. 4451-51, fixe notamment les équipements de travail ou catégories d'équipement de travail et le type de sources radioactives pour lesquels l'employeur doit faire procéder à une vérification initiale et, le cas échéant, à son renouvellement et les modalités et conditions de réalisation de ces vérifications.

2.3 L'agrément d'organismes et de laboratoires

L'ASN peut s'appuyer sur les résultats des contrôles réalisés par les [organismes et laboratoires](#) indépendants qu'elle agréé et dont elle surveille l'action.

L'[article L. 592-21 du code de l'environnement](#) dispose que l'ASN délivre les agréments requis aux organismes qui participent aux contrôles et à la veille en matière de sûreté ou de radioprotection.

TABLEAU 1

Modalités de contrôle par l'ASN des différents acteurs de la radioprotection

	INSTRUCTION/AUTORISATION	INSPECTION	OUVERTURE ET COOPÉRATION
Utilisateurs de sources de rayonnements ionisants	<ul style="list-style-type: none"> • Examen des dossiers prévus par le code de la santé publique (articles R. 1333-1 et suivants) • Visite avant mise en service, principalement dans le domaine médical • Réception de la déclaration, enregistrement ou délivrance de l'autorisation (article R. 1333-8) 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspection de la radioprotection (article L. 1333-29 du code de la santé publique) 	<ul style="list-style-type: none"> • Élaboration avec les organisations professionnelles de guides de bonnes pratiques pour les utilisateurs de rayonnements ionisants
Organismes agréés pour les vérifications en radioprotection	<ul style="list-style-type: none"> • Examen des dossiers de demande d'agrément pour la réalisation des contrôles prévus à l'article R. 1333-172 du code de la santé publique. • Audit de l'organisme • Délivrance de l'agrément 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de deuxième niveau : <ul style="list-style-type: none"> – contrôles approfondis au siège et dans les agences des organismes – contrôles de supervision inopinés sur le terrain 	<ul style="list-style-type: none"> • Élaboration avec les organisations professionnelles de règles de bonnes pratiques pour la réalisation des vérifications en radioprotection

TABLEAU 2

Vérifications de radioprotection réalisées en 2019 par les organismes agréés pour les vérifications en radioprotection

	MÉDICAL	VÉTÉRINAIRE	RECHERCHE/ ENSEIGNEMENT	INDUSTRIE HORS INB	INB	TOTAL
Sources scellées	1 625	28	2 786	11 454	14 998	30 891
Sources non scellées	577	8	975	1 111	5 690	8 361
Générateurs électriques de rayonnements ionisants mobiles	2 648	277	173	838	56	3 992
Générateurs électriques de rayonnements ionisants fixes	10 787	858	589	5 496	206	17 936
Accélérateurs de particules	430	154	527	104	39	1 254
Dentaire	2 019					2 019
Total	18 086	1 325	5 050	19 003	20 989	64 453

La [liste des organismes et laboratoires agréés](#) est disponible sur asn.fr.

À ce titre, l'ASN agréé des organismes pour procéder aux contrôles techniques ou vérifications prévus par la réglementation dans les domaines qui relèvent de sa compétence :

- vérifications en radioprotection ;
- mesures d'activité volumique du radon dans les lieux ouverts au public ;
- évaluations de la conformité d'ESPN et actions de contrôle des appareils à pression en service.

Pour agréer les organismes qui en font la demande, l'ASN s'assure que ceux-ci réalisent les contrôles conformément à leurs obligations sur les plans technique, organisationnel et déontologique et dans les règles de l'art. Le respect de ces dispositions doit permettre d'obtenir et de maintenir le niveau de qualité requis.

L'ASN veille à tirer parti de la mise en place d'un agrément, notamment par des échanges réguliers avec les organismes qu'elle agréé et la remise obligatoire d'un rapport annuel.

En 2019, les organismes agréés pour les vérifications en radioprotection ont réalisé 64 453 vérifications, dont la répartition par type de sources et par domaine figure dans le tableau 2.

Les rapports des vérifications réalisées dans chaque établissement par les organismes agréés pour les vérifications en radioprotection sont à la disposition et examinés par les agents de l'ASN lors :

- des renouvellements d'autorisations ou modifications soumises à autorisation de l'ASN ;
- des inspections.

L'examen de ces rapports permet, d'une part, de vérifier que les vérifications obligatoires ont bien lieu, d'autre part, d'interroger les exploitants sur les actions entreprises pour remédier aux éventuelles non-conformités.

L'ASN agréé également des laboratoires pour procéder à des analyses lorsque l'utilisation des résultats requiert un haut niveau de qualité de la mesure. Elle procède ainsi à l'agrément de laboratoires pour la surveillance de la radioactivité dans l'environnement (voir point 4.3).

La liste des agréments délivrés par l'ASN est tenue à jour sur asn.fr.

Par ailleurs, l'ASN agréé, après avis de la sous-commission permanente chargée du transport de marchandises dangereuses au sein du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques :

- les organismes de formation des conducteurs de véhicules effectuant le transport de matières radioactives ; deux organismes sont agréés ;
- les organismes chargés d'attester la conformité des emballages conçus pour contenir 0,1 kilogramme (kg) ou plus d'hexafluorure d'uranium (UF₆) ;

- les organismes chargés de l'homologation de type conteneurs-citernes et caisses mobiles citernes destinés au transport de marchandises dangereuses de la classe 7 ;
- les organismes chargés des contrôles initiaux et périodiques des citernes destinées au transport de marchandises dangereuses de la classe 7.

Deux organismes sont agréés pour l'homologation des conteneurs-citernes et l'attestation de conformité des emballages d'UF₆.

Au 31 décembre 2020 sont agréés ou habilités par l'ASN :

- 37 organismes chargés des vérifications en radioprotection ; trois agréments ou renouvellements ont été délivrés au cours de l'année 2020 ;
- 102 organismes chargés de la mesure de l'activité volumique du radon dans les bâtiments. Quatorze de ces organismes peuvent également réaliser des mesures dans des cavités et ouvrages souterrains et 12 sont agréés pour identifier les sources et voies d'entrée du radon dans les bâtiments. L'ASN a délivré 70 agréments nouveaux ou de renouvellement au cours de l'année 2020 ;
- 4 organismes habilités pour les contrôles des ESPN ;

Les évolutions réglementaires relatives aux vérifications en radioprotection attendues en 2021

L'arrêté du 23 octobre 2020 a fixé les équipements de travail et le type de sources radioactives pour lesquels l'employeur fait procéder à la vérification initiale, ainsi que leurs modalités.

La réglementation actuelle définissant les modalités d'agrément des organismes agréés pour les vérifications en radioprotection ([décision de l'ASN n° 191](#)) et les contrôles qu'ils réalisent ([décision de l'ASN n° 175](#)) va évoluer en 2021 :

- les règles que les responsables d'activités nucléaires devront faire vérifier par un organisme agréé pour les vérifications en radioprotection (OARP) vont porter sur la gestion des effluents et des déchets, définies dans la [décision de l'ASN n° 95](#), ainsi que sur la conception, l'exploitation et la maintenance des installations de médecine nucléaire *in vivo*, définies dans la [décision de l'ASN n° 463](#). Les projets d'arrêté et de décision de l'ASN, abrogeant la décision n° 175, ont été ouverts à la [participation du public en janvier 2021](#) ;
- la décision n° 191 sera révisée en 2021.

- 3 organismes habilités pour les équipements sous pression (ESP) et les récipients à pression simple dans le périmètre des INB (suivi en service);
- 19 services d'inspection habilités pour le suivi en service des ESP et des récipients à pression simple dans le périmètre des centrales nucléaires;

- 67 laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement couvrant 906 agréments, dont 259 agréments ou renouvellements délivrés au cours de l'année 2020.

3. Réaliser un contrôle efficient

3.1 L'inspection

3.1.1 Les objectifs et les principes de l'inspection

L'[inspection](#) conduite par l'ASN s'appuie sur les principes suivants :

- l'inspection vise à vérifier le respect des dispositions dont la réglementation impose l'application. Elle vise aussi à l'évaluation de la situation au regard des enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection; elle cherche à identifier les bonnes pratiques, les pratiques perfectibles, et à apprécier les évolutions possibles de la situation;
- l'inspection est modulée dans son étendue et sa profondeur en fonction des risques intrinsèques à l'activité et de leur prise en compte effective par les responsables d'activité;
- l'inspection n'est ni systématique ni exhaustive; elle procède par échantillonnage et se concentre sur les sujets présentant les enjeux les plus forts.

3.1.2 Les moyens mis en œuvre pour l'inspection

Pour une meilleure efficacité, l'action de l'ASN est organisée sur la base :

- d'inspections, selon une fréquence déterminée, des activités nucléaires et des thèmes qui présentent des enjeux sanitaires et environnementaux forts;
- d'inspections, sur un échantillon représentatif, d'autres activités nucléaires;
- de contrôles des organismes agréés.

Les inspections peuvent être inopinées ou annoncées à l'exploitant quelques semaines avant la visite. Elles se déroulent principalement sur site ou au cours des activités (chantier, opération de transport, etc.). Elles peuvent également concerner les services centraux ou d'études des grands exploitants nucléaires, les ateliers ou bureaux d'études des sous-traitants, les chantiers de construction, les usines ou les ateliers de fabrication des différents composants importants pour la sûreté.

L'ASN met en œuvre différents types d'inspections :

- les inspections courantes;
- les inspections renforcées, qui consistent en un examen approfondi d'un thème ciblé par une équipe d'inspecteurs plus nombreuse que pour une inspection courante;
- les d'[inspections](#) de revue, qui se déroulent sur plusieurs jours et qui portent sur plusieurs thèmes, mobilisent une dizaine d'inspecteurs. Elles ont pour objet de procéder à des examens approfondis et sont pilotées par des inspecteurs expérimentés;
- les inspections avec prélèvements et mesures. Elles permettent d'assurer, sur les rejets et dans l'environnement des installations, un contrôle par échantillonnage indépendant de celui de l'exploitant;
- les inspections sur événement, menées à la suite d'événements significatifs particuliers;
- les inspections de chantier, qui permettent d'assurer une présence importante de l'ASN sur les sites à l'occasion des

arrêts de réacteur ou de travaux particuliers, notamment en phase de construction ou de démantèlement;

- les campagnes d'inspections, regroupant des inspections réalisées sur plusieurs installations similaires, en suivant un canevas déterminé.

L'inspection du travail dans les centrales nucléaires donne lieu à différents types d'interventions⁽¹⁾ qui portent notamment sur :

- le contrôle de l'application du code du travail par EDF et les entreprises extérieures dans les centrales nucléaires (interventions de contrôle qui comprennent les inspections);
- la participation à des réunions de commissions santé et sécurité et conditions de travail, mises en place à partir de 2020 pour EDF, de comités sociaux et économiques et de commissions interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail (chantier EPR);
- la réalisation d'enquêtes sur demande, sur plainte ou sur information à la suite desquelles les inspecteurs peuvent prendre des décisions prévues par la réglementation du travail, telles que l'arrêt de travaux ou l'obligation de vérification d'équipements de travail par un organisme accrédité.

La mise en place des modalités de contrôle à distance pendant la crise sanitaire a conduit l'ASN à modifier les indicateurs relatifs aux inspections. Pour ce type d'inspection, l'examen critique de documents transmis par un responsable d'activité nucléaire, réalisé lors des phases de préparation des inspections sur site, devient prépondérant. Il n'est dès lors plus possible de discerner la préparation de l'inspection, impliquant cet examen documentaire, de l'inspection elle-même.

Par conséquent, les paragraphes suivants présenteront le nombre de jours inspecteur correspondant aux inspections sur site et le nombre d'inspections à distance. Le nombre de jours inspecteur dans ces paragraphes n'est donc pas directement comparable à celui des années précédentes, car il ne reflète que le temps passé sur site sans prendre en compte les inspections à distance.

Par ailleurs, le tableau 6 présente le nombre total de jours inspecteur consacrés aux inspections, que celles-ci soit réalisées sur site, à distance, ou selon des modalités mixtes.

L'ASN adresse à l'exploitant une [lettre de suite d'inspection](#), publiée sur [asn.fr](#), qui formalise :

- le constat d'écarts entre la situation observée lors de l'inspection et les textes réglementaires ou les documents établis par l'exploitant en application de la réglementation;
- des anomalies ou des points qui nécessitent des justifications complémentaires;
- les bonnes pratiques ou pratiques perfectibles sans être directement opposables.

Les non-conformités relevées lors d'une inspection peuvent faire l'objet de sanctions administratives ou pénales (voir point 6.2).

1. L'intervention est l'unité représentative de l'activité habituellement utilisée par l'inspection du travail.

L'ADAPTATION DE L'INSPECTION EN PÉRIODE DE CRISE SANITAIRE

L'ASN a réalisé les inspections prévues à son programme 2020 jusqu'au premier confinement le 16 mars 2020.

À cette date, les inspecteurs, tout comme les exploitants et responsables d'activités nucléaires, ont été soumis à des restrictions concernant leur travail, destinées à enrayer la propagation de la Covid-19.

En premier lieu, les inspections sur site, sauf cas de nécessité tel que la survenue d'un événement significatif, ont été suspendues. L'ASN a immédiatement lancé des réflexions sur les moyens à mettre en œuvre pour la poursuite des inspections.

Rapidement, l'ASN a élaboré des modalités pour des contrôles à distance par les inspecteurs. Ils portent notamment sur l'examen de documents liés au fonctionnement courant (relevés d'essais périodiques, documents de conduite, etc.) accompagnés d'audio ou de visioconférences avec le responsable d'activité. L'ASN a par ailleurs utilisé des outils numériques peu utilisés jusqu'alors, par exemple l'examen à distance de paramètres physiques d'exploitation des réacteurs en temps réel ou en temps différé.

Compte tenu de la forte réduction des activités de maintenance des installations, ce type de contrôle, dans les réacteurs nucléaires, a d'abord ciblé les activités d'exploitation (conduite des réacteurs, essais périodiques, etc.).

Les [lettres de suite des inspections](#) menées à distance font l'objet d'une mise en ligne sur [asn.fr](#) au même titre que les inspections sur site.

Dans les établissements médicaux, comme détaillé au chapitre 7, l'ASN a d'abord suspendu ses actions de contrôle pendant le premier confinement, afin de ne pas induire une charge supplémentaire dans les structures hospitalières soumises à une forte pression. Par la suite, les inspections ont été réalisées en vérifiant préalablement la possibilité pour les établissements de pouvoir assurer la disponibilité de leurs équipes pour répondre aux inspecteurs.

Début avril, l'ASN a réévalué les inspections devant impérativement être réalisées sur site, ciblées sur des observations de terrain, non réalisables à distance, ainsi que les thématiques présentant un enjeu particulier durant la crise, telles que la gestion des déchets ou l'organisation des équipes dans le contexte pandémique. Les inspections sur site ont donc repris début mai, dans

un cadre strict d'intervention pour assurer au mieux la sécurité des inspecteurs et de leurs interlocuteurs.

Ainsi, entre le 15 mars et le 15 mai 2020, 18 inspections ont été réalisées sur site : 12 au titre de la sûreté et des conséquences potentielles de la pandémie sur le fonctionnement des installations et 6 au titre de l'inspection du travail. Vingt-six inspections ont été menées à distance durant cette période.

Début juin, dans une démarche d'anticipation compte tenu des incertitudes sur les conditions sanitaires, l'ASN a priorisé l'ensemble du programme d'inspection de l'année 2020 en définissant :

- les inspections devant être réalisées en 2020 ;
- les inspections pouvant être annulées ou reportées en 2021.

Les objectifs du programme initial d'inspection ont dans le même temps été révisés : la priorisation a permis d'estimer le volume d'inspections risquant de ne pas pouvoir être maintenu, du fait des difficultés liées au confinement, en ciblant les enjeux moindres qu'elles présentent. À l'issue de cette étape, l'ASN avait prévu de réaliser environ 1 500 inspections en 2020.

Le rythme de réalisation des inspections, sur site et à distance, a repris normalement à partir de mi-juin, pour atteindre le niveau des années précédentes jusqu'à la fin de l'année, malgré les évolutions de la situation sanitaire. En particulier, durant le deuxième confinement, les inspections sur site ont été considérées comme des activités non télétravaillables et le rythme d'inspection s'est maintenu à un niveau satisfaisant.

Au total, pour l'année 2020, 1573 inspections ont été réalisées. Moins de 400 inspections ont été annulées pour des raisons diverses, liées à la priorisation et à des contraintes externes à l'ASN, par exemple la charge des hôpitaux traitant des patients souffrant de la Covid-19 ou le report d'arrêts de réacteurs.

L'intérêt réel des contrôles à distance pour les thématiques qui s'y prêtent, au besoin en les couplant avec une partie terrain (inspections « mixtes ») et la catégorisation des inspections en degrés de priorité, permettant de donner une plus grande flexibilité au programme d'inspection en cas d'événements particuliers, constituent les deux principaux enseignements qui seront pérennisés par l'ASN.

Certaines inspections sont réalisées avec l'appui d'un représentant de l'IRSN spécialiste de l'installation contrôlée ou du thème technique de l'inspection.

Les inspecteurs de l'ASN

L'ASN dispose d'inspecteurs désignés et habilités par son président, en application du [décret n° 2007-831 du 11 mai 2007](#) fixant les modalités de désignation et d'habilitation des inspecteurs de la sûreté nucléaire, dès lors qu'ils ont acquis les compétences juridiques et techniques nécessaires par leur expérience professionnelle, le compagnonnage ou les formations.

Les inspecteurs prêtent serment et sont astreints au secret professionnel. Ils exercent leur activité de contrôle sous l'autorité du directeur général de l'ASN et disposent d'outils pratiques (guides d'inspection, outils d'aide à la décision) régulièrement mis à jour.

Dans une démarche d'amélioration continue, l'ASN favorise par ailleurs l'échange et l'intégration de bonnes pratiques issues d'autres organismes de contrôle :

- en organisant au plan international des échanges d'inspecteurs entre autorités de sûreté, pour le temps d'une inspection ou pour une durée plus longue qui peut aller jusqu'à une mise à disposition de plusieurs années. Ainsi, après en avoir constaté l'intérêt, l'ASN a adopté le modèle des inspections de revue décrit précédemment. En revanche, elle n'a pas opté pour le système de l'inspecteur résidant sur un site nucléaire, estimant que ses inspecteurs doivent travailler dans une structure d'une taille suffisante pour permettre le partage d'expérience et participer à des contrôles d'exploitants et d'installations différents afin d'avoir une vue élargie de ce domaine d'activité. Ce choix permet également une plus grande clarté dans l'exercice des responsabilités respectives de l'exploitant et du contrôleur ;

TABLEAU 3

Répartition des inspecteurs par domaine de contrôle au 31 décembre 2020

CATEGORIES D'INSPECTEURS	DIRECTIONS	DIVISIONS	TOTAL
Inspecteur de la sûreté nucléaire	108	118	226
<i>dont inspecteur de la sûreté nucléaire pour le transport</i>	15	31	46
Inspecteur de la radioprotection	37	102	139
Inspecteur du travail	2	17	19
Inspecteur tous domaines confondus	145	175	320

TABLEAU 4

Nombre d'inspections par domaine

INSTALLATION NUCLÉAIRE DE BASE (HORS ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION)	ÉQUIPEMENT SOUS PRESSION	TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES	NUCLÉAIRE DE PROXIMITÉ	ORGANISMES ET LABORATOIRES AGRÉÉS	TOTAL
669	82	62	668	92	1573

- en accueillant des inspecteurs formés à d'autres pratiques de contrôle. L'ASN encourage l'intégration dans ses services d'inspecteurs provenant d'autres autorités de contrôle, telles que les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement, l'ANSM, les agences régionales de santé (ARS), etc. Elle propose également l'organisation d'inspections conjointes avec ces autorités sur les activités qui entrent dans leur champ de compétences communes;
- en encourageant la participation de ses agents à des inspections sur des sujets, dans des régions et des domaines différents, pour favoriser notamment l'homogénéité de ses pratiques. Chaque inspecteur de l'ASN en région participe au moins à une inspection réalisée dans une région différente. Cette règle a été profondément assouplie en 2020 compte tenu du contexte lié à la Covid-19 et à la nécessité, durant certaines périodes, d'éviter la propagation du virus entre régions.

Le tableau 3 présente l'effectif des inspecteurs qui est de 320 au 31 décembre 2020. Certains agents sont inspecteurs dans plusieurs domaines de contrôle et tous les chefs d'entité opérationnelle et leurs adjoints cumulent les fonctions d'encadrement et d'inspection.

Les inspections sont réalisées majoritairement par les inspecteurs en poste dans les divisions, qui représentent 55 % des inspecteurs de l'ASN. Les 145 inspecteurs en poste dans les directions participent aux inspections de l'ASN dans leur domaine de compétence; ils représentent 45 % de l'effectif des inspecteurs et ont réalisé 13 % des inspections en 2020, l'essentiel de leur activité se concentrant sur l'instruction de dossiers.

Comme indiqué précédemment, l'ASN améliore continuellement l'efficacité de son contrôle en ciblant et en modulant ses inspections en fonction de l'importance des enjeux pour la protection des personnes et de l'environnement.

En 2020, les inspecteurs de l'ASN ont réalisé 1 573 inspections au total, représentant 2 607 hommes.jours d'inspection sur le terrain et comprenant 320 inspections à distance, réparties par domaine comme indiqué dans le tableau 4.

Le programme d'inspection de l'ASN

Pour assurer une répartition des moyens d'inspection de manière proportionnée aux enjeux des différentes installations et activités en matière de sûreté et de radioprotection, l'ASN établit chaque année un programme prévisionnel d'inspections, en tenant compte des enjeux en termes de contrôle (voir point 3.1). Ce programme n'est communiqué ni aux exploitants ni aux responsables d'activités nucléaires.

L'ASN assure un suivi de l'exécution du programme et des suites données aux inspections grâce à des bilans périodiques. Ce suivi permet d'évaluer les activités contrôlées et d'alimenter le dispositif d'amélioration continue du processus d'inspection.

L'information relative aux inspections

L'ASN informe le public des suites données aux inspections par la mise en ligne des [lettres de suite d'inspection](#) sur [asn.fr](#).

Par ailleurs, pour chaque inspection de revue, l'ASN publie une [note d'information](#) sur [asn.fr](#).

3.1.3 L'inspection des installations nucléaires de base et des équipements sous pression

En 2020, 1 579 jours.inspecteur ont été consacrés à l'inspection sur site des INB et des ESP sur le terrain, correspondant à 632 inspections. Dix-sept pour cent des inspections ont été réalisées de façon inopinée. Cent dix-neuf inspections à distance ont été en outre réalisées.

Le travail d'inspection sur le terrain est réparti en 850 jours.inspecteur dans les centrales nucléaires (343 inspections sur site), 565 jours.inspecteur dans les autres INB (226 inspections sur site), c'est-à-dire principalement les installations du « cycle du combustible », installations de recherche et installations en démantèlement et 165 pour les ESP (63 inspections sur site).

Le travail d'inspection à distance a conduit à 59 inspections pour les centrales nucléaires, 41 inspections pour les autres INB et 19 inspections pour les ESP.

Compte tenu des risques accrus de propagation du virus induits par les modalités spécifiques de réalisation des inspections de revue, aucune inspection de revue n'a été réalisée en 2020.

Par ailleurs, les inspecteurs du travail de l'ASN ont mené 1 045 interventions lors de 187 journées d'inspection dans les centrales nucléaires.

3.1.4 L'inspection du transport de substances radioactives

Quatre-vingt-neuf jours.inspecteur ont été consacrés par l'ASN à l'inspection sur site des activités de transport, correspondant à 48 inspections sur site. Dix-huit pour cent de ces inspections ont été réalisées de façon inopinée. Par ailleurs, 14 inspections à distance ont été réalisées.

3.1.5 L'inspection dans le nucléaire de proximité

L'ASN organise son action de contrôle de façon proportionnée aux enjeux radiologiques, présentés par l'utilisation des rayonnements ionisants, et cohérente avec l'action des autres services d'inspection.

En 2020, 824 jours-inspecteur ont été consacrés aux inspections dans les activités du nucléaire de proximité sur site, correspondant à 500 inspections sur site, dont 11% inopinées, auxquelles s'ajoutent 168 inspections à distance. Ce travail d'inspection a été réparti notamment dans les domaines médical, industriel ou de la recherche et vétérinaire.

3.1.6 Le contrôle des organismes et laboratoires agréés par l'ASN

L'ASN exerce sur les organismes et laboratoires agréés un contrôle de second niveau. Il comprend, outre l'instruction du dossier de demande et la délivrance de l'agrément, des actions de surveillance telles que :

- des audits d'agrément (audit initial ou de renouvellement) ;
- des contrôles pour s'assurer que l'organisation et le fonctionnement de l'organisme sont conformes aux exigences applicables ;
- des contrôles de supervision, le plus souvent inopinés, pour s'assurer que les agents de l'organisme interviennent dans des conditions satisfaisantes.

En 2020, 115 jours-inspecteur ont été consacrés au contrôle d'organismes et de laboratoires agréés, correspondant à 73 inspections, dont 34% étaient inopinées, auxquelles s'ajoutent 19 inspections à distance.

TABLEAU 5

Nombre d'organismes agréés pour la mesure du radon^(*)

	NOMBRE D'ORGANISMES AGRÉÉS (AU 31/12/2020)
Niveau 1 option A ^(**)	102
Niveau 1 option B ^(***)	14
Niveau 2 ^(****)	12

* L'IRSN est également compétent pour la mesure du radon (R. 1333-36 du code de la santé publique).

** Lieux de travail et établissements recevant du public pour tout type de bâtiment.

*** Lieux de travail, cavités et ouvrages souterrains (hors bâtiment).

**** Correspond aux investigations complémentaires.

TABLEAU 6

Répartition par thème des jours d'inspection en 2020 (incluant les jours d'inspection à distance)

PAR DOMAINE	NOMBRE DE JOURS (PILOTAGE + COPILOTAGE)	INSPECTIONS RÉALISÉES	% SUR SITE	% SUR DOCUMENT	% MIXTE
Installation nucléaire de base/ Réacteur à eau sous pression	2 097	402	8 %	15 %	77 %
Installation nucléaire de base/ Laboratoires usines déchets et démantèlement	1 359	267	16 %	15 %	69 %
Installation nucléaire de base/ Équipements sous pression	435	82	16 %	23 %	61 %
Nucléaire de proximité/Industrie	807	248	7 %	20 %	73 %
Nucléaire de proximité/Médical	1 509	328	1 %	30 %	70 %
Nucléaire de proximité/Radioactivité naturelle	35	9	0 %	67 %	33 %
Nucléaire de proximité/Sites et sols pollués	3	2	0 %	0 %	100 %
Nucléaire de proximité/Recherche	190	50	0 %	18 %	82 %
Nucléaire de proximité/Vétérinaire	96	31	0 %	16 %	84 %
Transport de substances radioactives	235	62	15 %	23 %	63 %
Organismes agréés/Laboratoires agréés	374	92	4 %	21 %	75 %
Total	7 137	1 573	8 %	20 %	72 %

3.1.7 Le contrôle des expositions au radon et aux rayonnements naturels

L'ASN exerce également un contrôle de la radioprotection dans des lieux où l'exposition des personnes aux rayonnements naturels peut être renforcée du fait du contexte géologique sous-jacent (radon dans les établissements recevant du public et dans les lieux de travail).

Contrôler les expositions au radon

L'article R. 1333-33 du code de la santé publique prévoit que les mesures de l'activité volumique du radon dans les établissements recevant du public sont réalisées soit par l'IRSN, soit par des organismes agréés par l'ASN. Ces mesures sont à effectuer entre le 15 septembre d'une année donnée et le 30 avril de l'année suivante.

L'article R. 4451-44 du code du travail prévoit que les vérifications initiales de la concentration d'activité au radon, dans les zones délimitées au titre du radon, lorsqu'elle est requise, sont réalisées par des organismes accrédités ou par des organismes agréés par l'ASN.

Le nombre d'organismes agréés selon le type de mesures est indiqué dans le tableau 5.

Contrôler la radioactivité naturelle des eaux de consommation

Le contrôle de la radioactivité naturelle des eaux de consommation est exercé par les ARS. Les modalités de ces contrôles tiennent compte des recommandations émises par l'ASN et reprises dans la [circulaire de la direction générale de la santé du 13 juin 2007](#).

Les résultats des contrôles sont conjointement exploités par l'ASN et les services du ministère chargé de la santé.

3.2 L'analyse des démonstrations fournies par l'exploitant

Les dossiers fournis par l'exploitant ont pour but de démontrer que les objectifs fixés par la réglementation technique générale, ainsi que ceux qu'il s'est lui-même fixés, sont respectés. L'ASN est amenée à vérifier le caractère suffisamment complet du dossier et la qualité de la démonstration.

L'instruction de ces dossiers peut conduire l'ASN à accepter ou non les propositions de l'exploitant, à exiger des compléments d'information ou des études, voire la réalisation de travaux de mise en conformité.

3.2.1 L'analyse des dossiers transmis par les exploitants des installations nucléaires de base

L'examen des documents justificatifs produits par les exploitants et les réunions techniques organisées avec eux constituent l'une des formes du contrôle exercé par l'ASN.

Chaque fois qu'elle le juge nécessaire, l'ASN recueille l'avis d'[appuis techniques](#), dont le principal est l'IRSN. L'évaluation de sûreté implique en effet la collaboration de nombreux spécialistes, ainsi qu'une coordination efficace afin de dégager les points essentiels relatifs à la sûreté et à la radioprotection.

L'évaluation de l'IRSN s'appuie sur des études et des programmes de recherche et développement consacrés à la prévention des risques et à l'amélioration des connaissances sur les accidents. Elle est également fondée sur des échanges techniques approfondis avec les équipes des exploitants qui conçoivent et exploitent les installations. Pour certains dossiers, l'ASN demande l'avis du groupe permanent d'experts compétent ; pour les autres dossiers, les analyses de sûreté font l'objet d'avis de l'IRSN transmis directement à l'ASN. La manière dont l'ASN requiert l'avis d'un appui technique et, le cas échéant, d'un groupe permanent d'experts est décrite au chapitre 2.

Au stade de la conception et de la construction, l'ASN analyse avec l'aide de son appui technique les rapports de sûreté, qui décrivent et justifient les principes de conception, les calculs de dimensionnement des systèmes et des équipements, leurs règles d'utilisation et d'essais, l'organisation de la qualité mise en place par le maître d'ouvrage et ses fournisseurs. Elle analyse également l'étude d'impact environnemental de l'installation. L'ASN contrôle la construction et la fabrication des ouvrages et équipements, notamment ceux du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs à eau sous pression (REP). Elle contrôle selon les mêmes principes les colis destinés au TSR.

Une fois l'installation nucléaire mise en service, après autorisation de l'ASN, toutes les modifications de l'installation ou de son mode d'exploitation, apportées par l'exploitant, de nature à affecter la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de l'environnement sont déclarées à l'ASN ou soumises à son autorisation. Par ailleurs, l'exploitant doit procéder à des réexamens périodiques afin d'actualiser l'appréciation de l'installation en tenant compte de l'évolution des techniques et de la réglementation, ainsi que du retour d'expérience. Les conclusions de ces réexamens sont soumises par l'exploitant à l'ASN qui peut fixer de nouvelles prescriptions pour la poursuite du fonctionnement.

Les autres dossiers transmis par les exploitants d'INB

Un volume important de dossiers concerne des thèmes spécifiques comme la protection contre l'incendie, la gestion du combustible des REP, les relations avec les prestataires, etc.

L'exploitant fournit aussi périodiquement des rapports d'activité, ainsi que des bilans sur les prélèvements d'eau, les rejets liquides et gazeux et sur les déchets produits.

3.2.2 L'instruction des demandes prévues par le code de la santé publique

Il appartient à l'ASN d'instruire les demandes de détention et d'utilisation de sources de rayonnements ionisants dans les domaines médical et industriel. L'ASN traite également les procédures prévues en cas d'acquisition, de distribution, d'importation, d'exportation, de cession, de reprise et d'élimination de sources radioactives. Elle s'appuie notamment sur les rapports de contrôle des organismes agréés et les comptes rendus d'exécution des mesures prises pour remédier aux non-conformités constatées lors de ces contrôles.

Outre les vérifications conduites sous la responsabilité des établissements et les contrôles périodiques prévus par la réglementation, l'ASN procède à ses propres contrôles lors de l'instruction des demandes.

3.3 Les enseignements tirés des événements significatifs

3.3.1 La démarche de détection et d'analyse des anomalies

Historique

Les conventions internationales ratifiées par la France (article 19vi de la [Convention sur la sûreté nucléaire du 20 septembre 1994](#); article 9v de la [Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs du 5 septembre 1997](#)) imposent aux exploitants d'INB, au titre de la [défense en profondeur](#), de mettre en œuvre un système fiable de détection précoce et de déclaration des anomalies qui peuvent survenir, telles que des défaillances de matériels ou des erreurs d'application des règles d'exploitation. Dix ans avant, [l'arrêté « qualité » du 10 août 1984](#) imposait déjà un tel système.

Fort de l'expérience de 30 ans, l'ASN a jugé utile de transposer à la radioprotection et à la protection de l'environnement cette démarche, initialement limitée à la sûreté nucléaire. L'ASN a élaboré trois guides qui définissent les principes et rappellent les obligations des exploitants en matière de déclaration des incidents et accidents :

- le [Guide du 21 octobre 2005](#) regroupe les dispositions applicables aux exploitants d'INB et aux responsables de transports internes. Il concerne les événements significatifs qui intéressent la sûreté nucléaire des INB, le transport de matières radioactives lorsque celui-ci a lieu à l'intérieur du périmètre d'INB ou d'un site industriel sans emprunter la voie publique, la radioprotection et la protection de l'environnement ;
- le [Guide n° 11](#) du 7 octobre 2009, mis à jour en juillet 2015, regroupe les dispositions applicables aux responsables d'activités nucléaires telles que définies par l'article L. 1333-1 du code de la santé publique et aux chefs d'établissements dans lesquels sont utilisés des rayonnements ionisants (activités médicales, industrielles et de recherche mettant en œuvre des rayonnements ionisants) ;
- le [Guide n° 31](#) décrit les modalités de déclaration des événements liés au TSR (voir chapitre 9). Ce guide est applicable depuis le 1^{er} juillet 2017.

Ces [guides](#) sont consultables sur le site Internet de l'ASN, [asn.fr](#).

Qu'est-ce qu'un événement significatif ?

La détection, par les responsables des activités où sont utilisés des rayonnements ionisants, des événements (écarts, anomalies, incidents, etc.) et la mise en œuvre des mesures correctives décidées après analyse jouent un rôle fondamental en matière de prévention des accidents. Par exemple, les exploitants nucléaires détectent et analysent plusieurs centaines d'anomalies chaque année pour chaque réacteur d'EDF.

La hiérarchisation des anomalies doit permettre un traitement prioritaire des plus importantes d'entre elles. La réglementation a défini une catégorie d'anomalies appelée « événement significatif ». Ces événements sont suffisamment importants en matière de sûreté, d'environnement ou de radioprotection pour justifier que l'ASN en soit rapidement informée et qu'elle reçoive ultérieurement une analyse plus complète. Les événements significatifs doivent obligatoirement lui être déclarés, ainsi que le prévoient l'[arrêté du 7 février 2012](#) (article 2.6.4), le code de la santé publique (articles L. 1333-13, R. 1333-21 et 22), le code du travail (article R. 4451-74) et les textes réglementaires relatifs au TSR (par exemple, l'[accord européen pour le transport de marchandises dangereuses par la route](#)).

Les critères de déclaration aux pouvoirs publics des événements jugés significatifs tiennent compte :

- des conséquences réelles ou potentielles, sur les travailleurs, le public, les patients ou l'environnement, des événements pouvant survenir en matière de sûreté ou de radioprotection ;
- des principales causes techniques, humaines ou organisationnelles ayant entraîné la survenue d'un tel événement.

Ce processus de déclaration s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue de la sûreté et de la radioprotection. Il nécessite la participation active de tous les acteurs (utilisateurs de rayonnements ionisants, transporteurs, etc.) à la détection et à l'analyse des écarts.

Il permet aux autorités :

- de s'assurer que l'exploitant a procédé à une analyse pertinente de l'événement et a pris les dispositions appropriées pour corriger la situation et éviter son renouvellement ;
- de faire bénéficier d'autres responsables d'activités similaires du retour d'expérience de l'événement.

Ce système n'a pas pour objet l'identification ou la sanction d'une personne ou d'un intervenant.

Par ailleurs, le nombre et le classement sur l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (*International Nuclear and Radiological Event Scale* – [INES](#)) des événements significatifs survenus dans une installation nucléaire ne sont pas, à eux seuls, des indicateurs du niveau de sûreté de l'installation. En effet, d'une part, la classification sur un niveau donné est réductrice et ne suffit pas à rendre compte de la complexité d'un événement, d'autre part, le nombre d'événements recensés dépend du taux de déclaration. L'évolution du nombre d'événements ne reflète donc pas non plus l'évolution du niveau de sûreté.

3.3.2 La mise en œuvre de la démarche

La déclaration d'un événement

L'exploitant d'une INB ou la personne responsable d'un TSR est tenu de déclarer dans les meilleurs délais à l'ASN et, le cas échéant, à l'autorité administrative, les accidents ou incidents survenus du fait du fonctionnement de cette installation ou de ce transport qui sont de nature à porter une atteinte significative aux intérêts mentionnés à l'[article L. 593-1 du code de l'environnement](#).

De même, le responsable d'une activité nucléaire doit déclarer tout événement pouvant conduire à une exposition accidentelle ou non intentionnelle des personnes aux rayonnements ionisants et susceptible de porter une atteinte significative aux intérêts protégés.

Selon les dispositions du code du travail, l'employeur est tenu de déclarer les événements significatifs affectant ses travailleurs. Lorsque le chef d'une entreprise exerçant une activité nucléaire fait intervenir une entreprise extérieure ou un travailleur non salarié, les événements significatifs concernant les travailleurs

salariés ou non salariés sont déclarés conformément aux plans de prévention et aux accords conclus en application des dispositions de l'[article R. 4451-35 du code du travail](#).

Le déclarant apprécie l'urgence de la déclaration au regard de la gravité avérée ou potentielle de l'événement et de la rapidité de réaction nécessaire pour éviter une aggravation de la situation ou limiter les conséquences de l'événement. Le délai de déclaration de deux jours ouvrés, mentionné dans les guides de déclaration de l'ASN, n'a pas lieu d'être lorsque les conséquences de l'événement nécessitent une intervention des pouvoirs publics.

Lorsqu'un même événement concerne potentiellement plusieurs installations, il est qualifié de « générique ». L'exemple le plus courant est un défaut lié à un matériel installé sur plusieurs réacteurs nucléaires (voir chapitre 10). Dans ce cas, l'ASN analyse l'événement comme un événement unique, le traitement étant principalement commun aux installations affectées. Ce processus suit les [recommandations de l'AIEA](#), qui précise qu'une déclaration unique peut être appropriée en cas d'événement affectant la défense en profondeur et touchant plusieurs installations similaires.

L'exploitation de la déclaration par l'ASN

L'ASN analyse la déclaration initiale pour vérifier la mise en œuvre des dispositions correctives immédiates, décider de la réalisation d'une inspection sur le site afin d'analyser l'événement de manière approfondie et préparer, s'il y a lieu, l'information du public.

La déclaration est complétée dans les 2 mois par un rapport faisant part des conclusions que l'exploitant tire de l'analyse de l'événement et des mesures qu'il prend pour améliorer la sûreté ou la radioprotection et éviter le renouvellement de l'événement. Ces informations sont prises en compte par l'ASN et son appui technique, l'IRSN, pour l'élaboration du programme d'inspection et lors des réexamens périodiques de la sûreté des INB.

L'ASN s'assure que l'exploitant a procédé à une analyse pertinente de l'événement, a pris les dispositions appropriées pour corriger la situation et en éviter le renouvellement et a diffusé le retour d'expérience.

L'examen de l'ASN porte sur le respect des règles en vigueur en matière de détection et de déclaration des événements significatifs, les dispositions immédiates techniques, organisationnelles ou humaines prises par l'exploitant pour maintenir ou amener l'installation dans un état sûr ainsi que sur la pertinence de l'analyse fournie.

L'ASN et l'IRSN effectuent aussi un examen plus global du retour d'expérience des événements. Les comptes rendus d'événements significatifs et les bilans périodiques transmis par les exploitants, ainsi que l'évaluation qui en est faite par l'ASN et l'IRSN constituent une base du retour d'expérience. L'examen du retour d'expérience peut conduire à des demandes de l'ASN d'amélioration de l'état des installations et de l'organisation adoptée par l'exploitant, mais également à des évolutions de la réglementation.

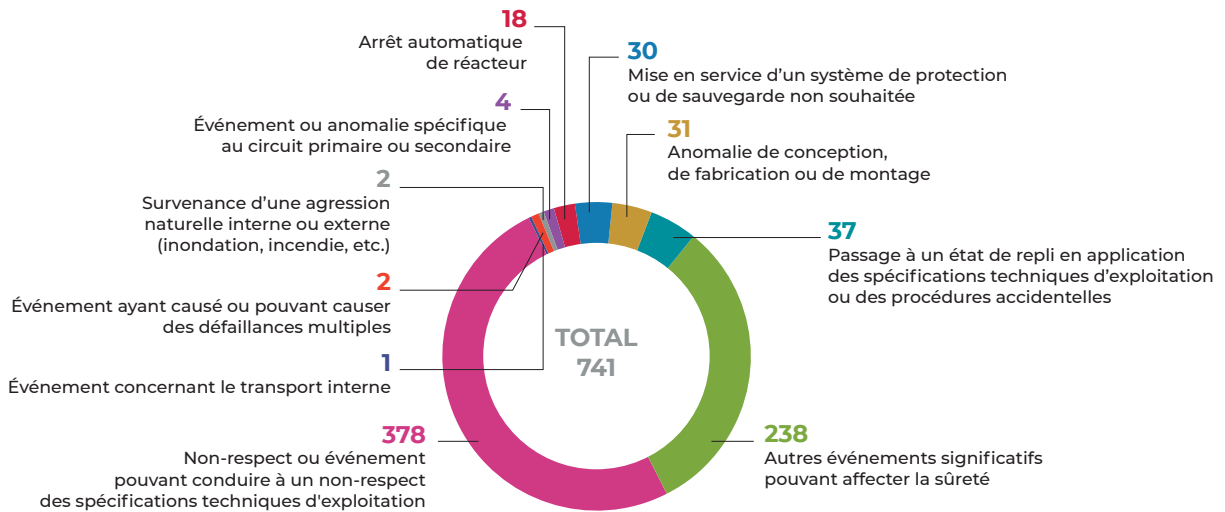
Le retour d'expérience comprend les événements qui se produisent en France et à l'étranger, dans les installations nucléaires ou présentant des risques non radiologiques, si leur prise en compte est pertinente pour renforcer la sûreté ou la radioprotection.

3.3.3 L'enquête technique menée en cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire

L'ASN a le pouvoir de diligenter une enquête technique en cas d'incident ou d'accident dans une activité nucléaire. Cette enquête consiste à collecter et analyser les informations utiles, sans préjudice de l'enquête judiciaire éventuelle, afin de déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'événement

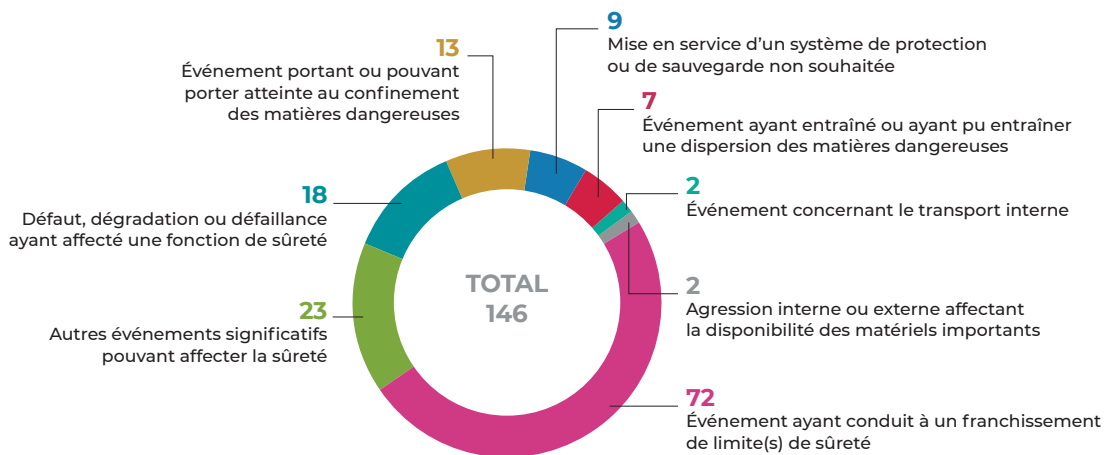
GRAPHIQUE 1

Événements impliquant la sûreté dans les centrales nucléaires déclarés en 2020



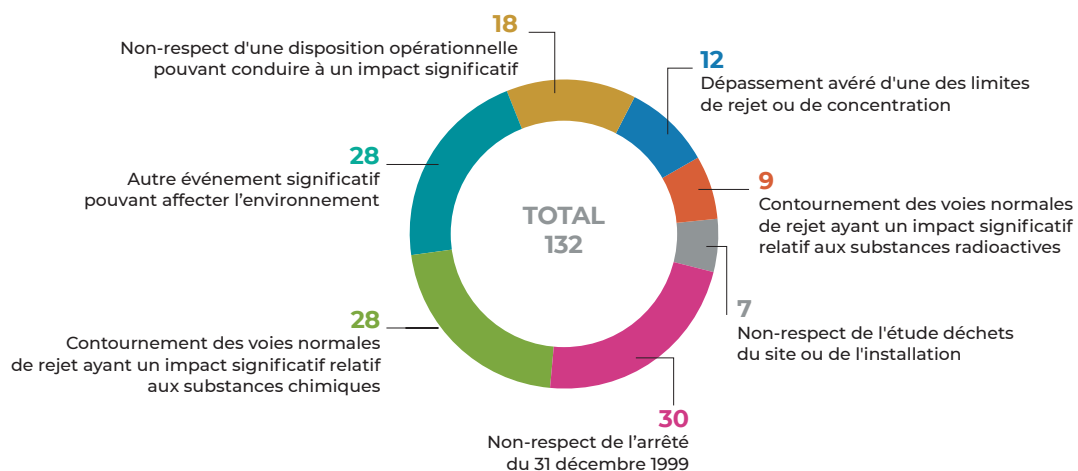
GRAPHIQUE 2

Événements impliquant la sûreté dans les INB autres que les centrales nucléaires déclarés en 2020



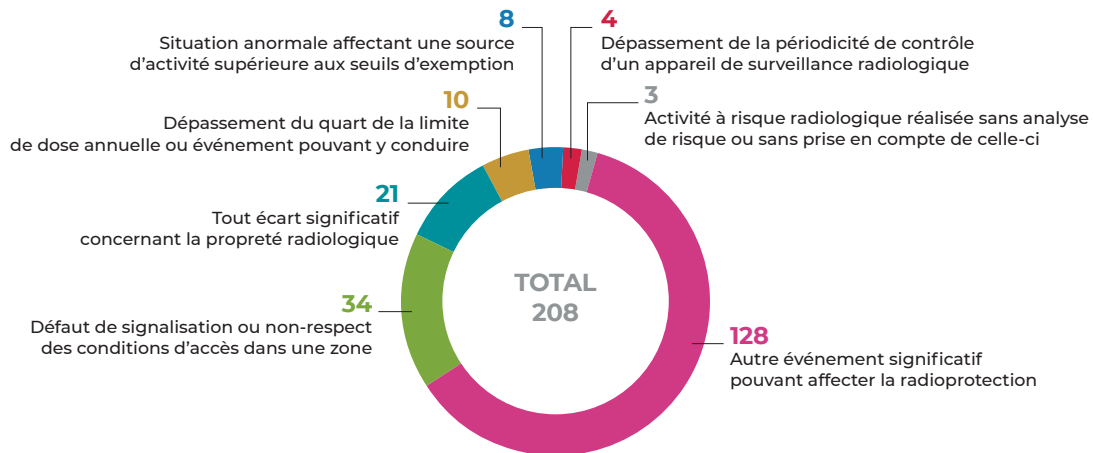
GRAPHIQUE 3

Événements significatifs relatifs à l'environnement dans les INB déclarés en 2020



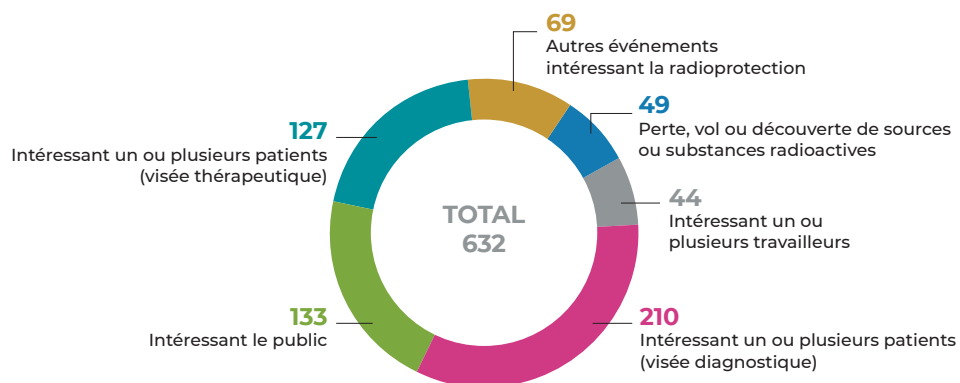
GRAPHIQUE 4

Événements impliquant la radioprotection dans les INB déclarés en 2020



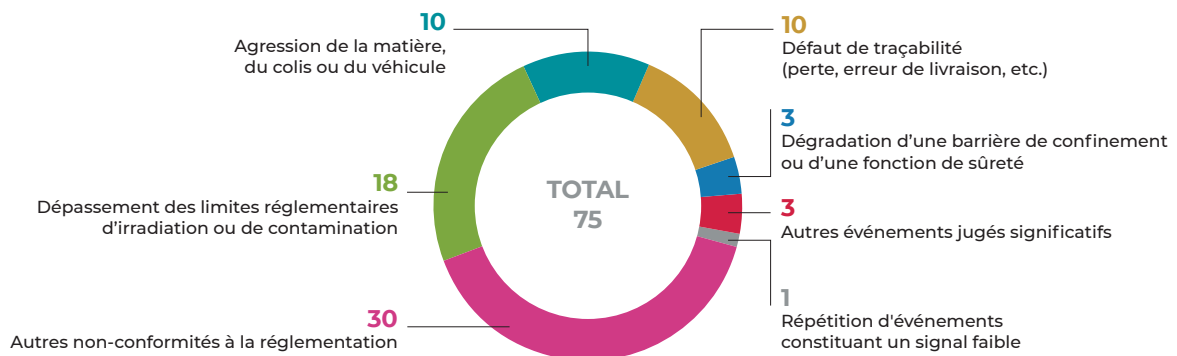
GRAPHIQUE 5

Événements impliquant la radioprotection (hors INB et TSR) déclarés en 2020



GRAPHIQUE 6

Événements impliquant le transport de substances radioactives déclarés en 2020



et, si nécessaire, d'établir les recommandations nécessaires. Les [articles L. 592-35](#) et suivants du [code de l'environnement](#) donnent à l'ASN le pouvoir de constituer la mission d'enquête, d'en déterminer la composition (agents ASN et personnes extérieures), de définir l'objet et l'étendue des investigations et d'accéder aux éléments nécessaires en cas d'enquête judiciaire.

Le [décret n° 2007-1572 du 6 novembre 2007](#) relatif aux enquêtes techniques sur les accidents ou incidents concernant une activité nucléaire précise la procédure à mettre en œuvre. Elle s'appuie sur les pratiques établies pour les autres bureaux d'enquêtes et tient compte des spécificités de l'ASN, notamment son indépendance, ses missions propres, sa capacité à imposer des prescriptions ou à prendre des sanctions.

3.3.4 Le bilan statistique des événements

En 2020, 1 933 événements significatifs ont été déclarés à l'ASN :

- 1 227 événements significatifs concernant la sûreté nucléaire, la radioprotection, l'environnement et le transport interne de matières dangereuses dans les INB dont 1 142 sont classés sur l'échelle INES (1 035 événements de niveau 0, 105 événements de niveau 1 et 2 événements de niveau 2). Parmi ces événements, 26 événements significatifs ont été classés comme des « événements génériques » – ils concernent plusieurs réacteurs, dont 6 au niveau 1 de l'échelle INES et 1 au niveau 2 de l'échelle INES ;
- 75 événements significatifs concernant le TSR sur la voie publique, dont 4 événements de niveau 1 sur l'échelle INES ;
- 631 événements significatifs concernant la radioprotection pour le nucléaire de proximité, dont 160 classés sur l'échelle INES (25 événements de niveau 1).

En 2020, deux événements ont été classés au niveau 2 sur l'échelle INES, tous deux dans le domaine des INB :

- le premier est relatif à la [contamination interne d'un travailleur dans un atelier de fabrication de pastilles combustibles](#) dans l'usine Melox exploitée par Orano Cycle sur le site de Marcoule ;

- le second concerne les [défauts de résistance au séisme de matériels des groupes électrogènes de secours à moteur diesel](#) de 10 réacteurs nucléaires d'EDF.

Comme indiqué précédemment, ces données doivent être utilisées avec précaution : elles ne constituent pas à elles seules un indicateur de sûreté. L'ASN encourage les exploitants à la déclaration des incidents, ce qui contribue à la transparence et au partage d'expérience.

La répartition des événements significatifs classés sur l'échelle INES est précisée dans le tableau 7. L'échelle INES n'étant pas applicable aux événements significatifs intéressant les patients, le classement sur l'[échelle ASN-SFRO](#)⁽²⁾ des événements significatifs intéressant un ou plusieurs patients en radiothérapie est précisé au chapitre 7.

De même, les événements significatifs relatifs à l'environnement, mais impliquant des substances non radiologiques, ne sont pas couverts par l'échelle INES.

Ces événements sont caractérisés comme étant hors échelle INES.

Les graphiques 5 à 10 détaillent les événements significatifs déclarés à l'ASN en 2020 en les distinguant selon les critères de déclaration pour chaque domaine d'activité.

3.4 La sensibilisation des professionnels et la coopération avec les autres administrations

L'action de contrôle est complétée par des [actions de sensibilisation](#) qui visent à faire connaître la réglementation et à la décliner dans des termes pratiques adaptés aux différentes professions. L'ASN souhaite encourager et accompagner les initiatives des organisations professionnelles qui entreprennent cette démarche par l'établissement de guides de bonnes pratiques et d'informations professionnelles.

L'ASN édite des fiches « éviter l'accident » ayant pour objectif de partager ses analyses du REX.

TABEAU 7

Nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES entre 2015 et 2020

		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Installations nucléaires de base	Niveau 0	848	847	949	989	1 057	1 035
	Niveau 1	89	101	87	103	112	105
	Niveau 2	1	0	4	0	3	2
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total	938	948	1 040	1 092	1 172	1 142
Nucléaire de proximité (médical et industrie)	Niveau 0	126	111	144	143	142	135
	Niveau 1	25	30	36	22	35	25
	Niveau 2	2	0	3	0	2	0
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total	153	141	183	165	179	160
Transport de substances radioactives	Niveau 0	56	59	64	88	85	71
	Niveau 1	9	5	2	3	4	4
	Niveau 2	1	0	0	0	0	0
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total	66	64	66	91	89	75
Total général		1 157	1 153	1 289	1 348	1 439	1 377

2. Cette échelle permet une communication vers le public, en des termes accessibles et explicites, sur les événements de radioprotection conduisant à des effets inattendus ou imprévisibles affectant des patients dans le cadre d'une procédure médicale de radiothérapie.

Exploiter le retour d'expérience

À la suite de l'incendie survenu le 26 septembre 2019 dans l'établissement Lubrizol à Rouen, l'ASN a engagé plusieurs actions auprès des installations nucléaires de base (INB) afin de tirer le retour d'expérience de cet accident et d'engager si nécessaire le renforcement des dispositions de prévention et de maîtrise des risques non radiologiques dans les INB.

L'ASN a notamment adressé un courrier à l'ensemble des exploitants le 28 octobre 2019, leur demandant de se réinterroger sur la suffisance et l'efficacité des différentes barrières mises en place au sein de leurs installations pour maîtriser les risques liés aux entreposages de substances dangereuses, ainsi que sur la bonne connaissance de la nature et des quantités de substances dangereuses présentes.

En complément de l'instruction des réponses apportées par les exploitants, l'ASN a réalisé des vérifications en inspection sur cette thématique, impliquant en particulier des exercices de mise en situation des équipes d'intervention. L'ensemble des inspections prévues sur

cette thématique n'ayant pu être réalisé en 2020 en raison de la crise sanitaire, cette campagne d'inspections se poursuivra en 2021.

En parallèle, l'ASN examine l'opportunité de renforcer les exigences réglementaires dans le cadre des travaux de révision de l'arrêté INB du 7 février 2012 et de la transposition, aux INB, de la directive 2012/18/UE du Parlement européen et du Conseil du 4 juillet 2012 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses, dite directive « Seveso 3 ». Les dispositions renforcées porteront notamment sur la mise en œuvre de mesures de maîtrise des risques et sur les éléments à apporter par les exploitants dans la démonstration de sûreté relatifs à la maîtrise des risques non radiologiques.

Enfin, des réflexions sont menées au sein du Comité directeur sur le post-accidentel (Codirpa) sur le retour d'expérience pouvant être tiré, en lien avec les ministères qui ont été impliqués dans la gestion de l'incendie de l'établissement Lubrizol.

La sensibilisation passe également par des actions concertées avec d'autres administrations et organismes qui contrôlent les mêmes installations, mais avec des prérogatives distinctes. On peut citer l'inspection du travail, l'inspection des dispositifs médicaux par l'ANSM, l'inspection des activités médicales confiée aux corps techniques du ministère chargé de la santé, ou le contrôle général des armées qui exerce le contrôle des activités relevant du nucléaire de proximité au ministère des Armées.

3.5 L'information sur l'action de contrôle de l'ASN

Attentive à la coordination des services de l'État, l'ASN informe les autres services de l'administration intéressés par son

programme de contrôle, des suites de ses contrôles, des sanctions prises à l'encontre des exploitants et des événements significatifs.

Pour assurer la transparence du contrôle qu'elle exerce, l'ASN informe le public par la mise en ligne sur asn.fr:

- de ses [décisions](#);
- des [lettres de suite d'inspection](#) pour toutes les activités qu'elle contrôle;
- des [agrément et habilitations](#) qu'elle délivre ou refuse;
- des [avis d'incidents](#);
- du bilan des [arrêts de réacteur](#);
- de ses [publications thématiques](#).

4. Contrôler l'impact des activités nucléaires et surveiller la radioactivité de l'environnement

4.1 Le contrôle des rejets et de l'impact environnemental et sanitaire des activités nucléaires

4.1.1 Le suivi et le contrôle des rejets

L'[arrêté INB du 7 février 2012](#) et la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée fixent les prescriptions générales applicables à toute INB encadrant leurs prélèvements d'eau et leurs rejets. En complément de ces dispositions, l'ASN a défini, dans sa [décision n° 2017-DC-0588 du 6 avril 2017](#), les modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement applicables spécifiquement aux REP. Cette décision a été homologuée par le ministre de la Transition écologique et solidaire par [arrêté du 14 juin 2017](#).

Outre les dispositions générales précitées, des décisions de l'ASN fixent, pour chaque installation, les prescriptions particulières qui lui sont applicables, notamment les limites de prélèvements d'eau et de rejet.

La surveillance des rejets des INB

La surveillance des rejets d'une installation relève en premier lieu de la responsabilité de l'exploitant. Les prescriptions de l'ASN encadrant les rejets prévoient les contrôles minimaux que l'exploitant doit mettre en œuvre. Cette surveillance s'exerce sur les effluents liquides ou gazeux (suivi de l'activité des rejets, caractérisation de certains effluents avant rejet, etc.) et sur l'environnement à proximité de l'installation (contrôles au cours du rejet, prélèvements d'air, d'eau, de lait, d'herbe, etc.). Les résultats de cette surveillance sont consignés dans des registres transmis chaque mois à l'ASN.

Par ailleurs, les exploitants d'INB transmettent régulièrement à un laboratoire indépendant, pour analyse contradictoire, un certain nombre de prélèvements réalisés sur les rejets. Les résultats de ces contrôles, dits « contrôles croisés », sont communiqués à l'ASN. Ce programme de contrôles croisés, défini par l'ASN, permet de s'assurer du maintien dans le temps de la justesse des mesures réalisées par les laboratoires des exploitants.



Mise en place de scellés sur des prélèvements d'échantillons réalisés lors d'une inspection inopinée de l'ASN – Janvier 2021

Les inspections menées par l'ASN

L'ASN s'assure, grâce à des inspections dédiées, que les exploitants respectent bien les dispositions réglementaires qui leur incombent en matière de maîtrise des rejets et d'impact environnemental et sanitaire de leurs installations. Chaque année, elle réalise environ 90 inspections de ce type, qui se répartissent en trois thèmes :

- prévention des pollutions et maîtrise des nuisances ;
- prélèvements d'eau et rejets d'effluents, surveillance des rejets et de l'environnement ;
- gestion des déchets.

Chacun de ces thèmes couvre à la fois les domaines radiologique et non radiologique.

L'ASN réalise également, chaque année, 10 à 20 inspections avec prélèvements et mesures, généralement inopinées, conduites avec l'appui de laboratoires spécialisés et indépendants mandatés par l'ASN. Des prélèvements d'échantillons dans les effluents et dans l'environnement sont réalisés en vue d'analyses radiologiques et chimiques. Enfin, l'ASN réalise chaque année plusieurs inspections renforcées qui visent à contrôler l'organisation mise en œuvre par l'exploitant pour la protection de l'environnement ; le champ de l'inspection est alors élargi à l'ensemble des thèmes précités. Dans ce cadre, des mises en situation telles que des exercices visant à tester l'organisation relative à la gestion d'une pollution peuvent notamment être effectuées.

Plan micropolluants 2016-2021

Le plan micropolluants⁽³⁾ 2016-2021 pour préserver la qualité des eaux et la biodiversité, présenté par la ministre chargée de l'écologie en septembre 2016, vise à protéger les eaux de surface,

les eaux souterraines, le biote, les sédiments et les eaux destinées à la consommation humaine vis-à-vis de toutes les molécules susceptibles de polluer les ressources en eau, notamment celles préalablement identifiées lors des campagnes de recherche des substances dangereuses dans l'eau. Ce plan répond aux objectifs de bon état des eaux fixés par la directive-cadre sur l'eau et participe à ceux de la directive-cadre stratégie pour le milieu marin en limitant l'apport de polluants via les cours d'eau au milieu marin.

Pour les centrales nucléaires, les campagnes de recherche des substances dangereuses dans l'eau avaient conclu à la nécessité de suivre particulièrement les rejets en cuivre et en zinc. Dans le cadre du plan micropolluants, l'action de l'ASN engagée depuis 2017 comprend trois volets :

- le suivi de la mise en œuvre effective du plan d'action proposé par EDF pour réduire les rejets de cuivre et de zinc (remplacement progressif des tubes de condenseur en laiton par des tubes en inox ou en titane) ;
- le suivi de l'évolution des rejets de ces substances ;
- la révision, si nécessaire, des prescriptions individuelles fixant les valeurs limites d'émission de ces substances pour les centrales nucléaires.

Pour permettre, entre autres, la révision des valeurs limites d'émissions en cuivre et en zinc, l'ASN instruit des demandes de modification des prescriptions relatives aux rejets et prélèvements d'eau des centrales nucléaires de [Dampierre-en-Burly](#) et de [Belleville-sur-Loire](#) sollicitées par EDF. Dans ce cadre, le dossier de demande d'autorisation de modification déposé par l'exploitant de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly a fait l'objet d'une consultation du public par voie électronique du 15 décembre 2020 au 15 janvier 2021.

La comptabilisation des rejets des installations nucléaires de base

Les règles de comptabilisation des rejets, tant radioactifs que chimiques, sont fixées dans la réglementation générale par la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des INB. Ces règles ont été fixées de façon à garantir que les valeurs de rejet comptabilisées par les exploitants, prises notamment en compte dans les calculs d'impact, ne seront en aucun cas sous-estimées.

Pour les rejets de substances radioactives, la comptabilisation ne repose pas sur des mesures globales, mais sur une analyse par radionucléide, en introduisant la notion de « spectre de référence », listant les radionucléides spécifiques au type de rejet considéré.

Les principes sous-tendant les règles de comptabilisation sont les suivants :

- les radionucléides dont l'activité mesurée est supérieure au seuil de décision de la technique de mesure sont tous comptabilisés ;
- les radionucléides du « spectre de référence » dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision (voir encadré ci-contre) sont comptabilisés au niveau du seuil de décision.

Pour les rejets de substances chimiques faisant l'objet d'une valeur limite d'émission fixée par une prescription de l'ASN, lorsque les valeurs de concentration mesurées sont inférieures à la limite de quantification, l'exploitant est tenu de déclarer par convention une valeur égale à la moitié de la limite de quantification concernée.

Le suivi des rejets dans le domaine médical

En application de la [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#), des mesures de la radioactivité sont réalisées

3. Un micropolluant peut être défini comme une substance indésirable détectable dans l'environnement à très faible concentration. Sa présence est, au moins en partie, due à l'activité humaine (procédés industriels, pratiques agricoles ou activités quotidiennes) et peut, à ces très faibles concentrations, engendrer des effets négatifs sur les organismes vivants en raison de sa toxicité, de sa persistance et de sa bioaccumulation.

sur les effluents issus des établissements producteurs. Dans les centres hospitaliers hébergeant un service de médecine nucléaire, ces mesures portent principalement sur l'iode-131 et le technétium-99m. Compte tenu des difficultés rencontrées pour mettre en place les autorisations de déversement de radionucléides dans les réseaux publics d'assainissement prévues par le code de la santé publique, l'ASN a créé un groupe de travail associant administrations, « producteurs » (médecins nucléaires, chercheurs) et professionnels de l'assainissement. Le rapport de ce groupe de travail formulant des recommandations pour améliorer l'efficacité de la réglementation a été présenté en octobre 2016 au Groupe permanent d'experts en radioprotection ([GPRADE](#)), pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, et en environnement. L'ASN a consulté les parties prenantes en 2017 sur ce sujet. Le rapport du groupe de travail et une lettre-circulaire destinée aux professionnels concernés ont été [publiés sur le site Internet de l'ASN](#) le 14 juin 2019.

Dans le domaine du nucléaire de proximité industriel, peu d'établissements rejettent des effluents en dehors des cyclotrons (voir chapitre 8). Les rejets et leur surveillance font l'objet de prescriptions dans les autorisations délivrées et d'une attention particulière lors des inspections.

4.1.2 L'évaluation de l'impact radiologique des activités nucléaires

L'impact radiologique des effluents produits par les activités médicales

L'impact radiologique des effluents ou déchets produits par les services de médecine nucléaire a fait l'objet d'évaluations récentes qui concluent à un faible impact dosimétrique de ces rejets pour les personnes extérieures à l'établissement de santé (voir point 1.2.3)

L'impact radiologique des INB

En application du principe d'optimisation, l'exploitant doit réduire l'impact radiologique de son installation à des valeurs aussi faibles que possible dans des conditions économiquement acceptables.

L'exploitant est tenu d'évaluer l'impact dosimétrique induit par son activité. Cette obligation découle, selon les cas, de l'[article L. 1333-8 du code de la santé publique](#) ou de la réglementation relative aux rejets des INB (article 5.3.2 de la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013 modifiée](#) relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des INB). Le résultat est à apprécier en considérant la limite annuelle de dose admissible pour le public (1 millisievert par an – mSv/an) définie à l'[article R. 1333-11 du code de la santé publique](#), qui correspond à la somme des doses efficaces reçues par le public du fait des activités nucléaires.

En pratique, seules des traces de radioactivité artificielle sont détectables au voisinage des installations nucléaires ; en surveillance de routine, les mesures effectuées sont dans la plupart des cas inférieures aux seuils de décision ou reflètent la radioactivité naturelle. Ces mesures ne pouvant servir à l'estimation des doses, il est nécessaire de recourir à des modélisations du transfert de la radioactivité à l'homme sur la base des mesures des rejets de l'installation. Ces modèles sont propres à chaque exploitant et sont détaillés dans l'étude d'impact de l'installation. Lors de son analyse, l'ASN s'attache à vérifier le caractère conservatif de ces modèles afin de s'assurer que les évaluations d'impact ne sont pas sous-estimées.

En complément des estimations d'impact réalisées à partir des rejets des installations, des programmes de surveillance de la radioactivité présente dans l'environnement (milieux aquatiques, air, terre, lait, herbe, productions agricoles, etc.) sont imposés aux exploitants, notamment pour vérifier le respect des hypothèses

retenues dans l'étude d'impact et suivre l'évolution du niveau de la radioactivité dans les différents compartiments de l'environnement autour des installations (voir point 4.1.1).

L'estimation des doses dues aux INB pour une année donnée est effectuée à partir des rejets réels de chaque installation, comptabilisés pour l'année considérée. Cette évaluation prend en compte les rejets par les émissaires identifiés (cheminée, conduite de rejet vers le milieu fluvial ou marin), les émissions diffuses non canalisées vers des émissaires (par exemple, évent de réservoir) et les sources d'exposition radiologique aux rayonnements ionisants présentes dans l'installation.

L'estimation est effectuée par rapport à un ou plusieurs groupes de référence identifiés. Il s'agit de groupes homogènes de personnes (adulte, enfant, nourrisson) recevant la dose moyenne la plus élevée parmi l'ensemble de la population exposée à une installation donnée selon des scénarios réalistes (tenant compte de la distance au site, des données météorologiques, etc.). L'ensemble de ces paramètres, qui sont spécifiques à chaque site, explique la plus grande partie des différences observées d'un site à l'autre et d'une année sur l'autre.

Le tableau intitulé « Impact radiologique des INB depuis 2014 » du chapitre 1 présente l'évaluation des doses dues aux INB, calculée par les exploitants pour les groupes de référence les plus exposés.

Pour chacun des sites nucléaires présentés, l'impact radiologique reste très inférieur ou, au plus, de l'ordre du pourcent de la limite pour le public, cette limite étant de 1 mSv/an. Ainsi, en France, les rejets produits par l'industrie nucléaire ont un impact radiologique très faible.

4.1.3 Les contrôles effectués dans le cadre européen

L'[article 35 du traité Euratom](#) impose aux États membres de mettre en place des installations de contrôle permanent de la radioactivité de l'atmosphère, des eaux et du sol afin de garantir le contrôle du respect des normes de base pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants. Tout État membre, qu'il dispose d'installations nucléaires ou non, doit donc mettre en place un dispositif de surveillance de l'environnement sur l'ensemble de son territoire.

L'article 35 dispose également que la Commission européenne peut accéder aux installations de contrôle pour en vérifier le fonctionnement et l'efficacité. Lors de ses vérifications, elle fournit un avis sur les moyens de suivi mis en place par les États membres pour les rejets radioactifs dans l'environnement, ainsi que pour les niveaux de radioactivité de l'environnement autour des sites nucléaires et sur le territoire national. Elle donne notamment son appréciation sur les équipements et méthodologies utilisés pour cette surveillance, ainsi que sur l'organisation mise en place.

Depuis 1994, la Commission européenne a effectué les visites de vérification suivantes :

- l'[usine de retraitement de La Hague](#) et le [centre de stockage de la Manche](#) de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs en 1996 ;
- la [centrale nucléaire de Chooz](#) en 1999 ;
- la [centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire](#) en 1994 et 2003 ;
- l'[usine de retraitement de La Hague](#) en 2005 ;
- le [site nucléaire de Pierrelatte](#) en 2008 ;
- les anciennes mines d'uranium du Limousin en 2010 ;
- le [site CEA de Cadarache](#) en 2011 ;
- les installations de surveillance de la radioactivité de l'environnement en région parisienne en 2016 ;
- l'[usine de retraitement de La Hague](#) en 2018.

Pour parler mesure

- Le seuil de décision (SD) est la valeur au-dessus de laquelle on peut conclure avec un degré de confiance élevé qu'un radionucléide est présent dans l'échantillon.
- La limite de détection (LD) est la valeur à partir de laquelle la technique de mesure permet de quantifier un radionucléide avec une incertitude raisonnable (l'incertitude est d'environ 50 % au niveau de la LD).

De façon simplifiée, $LD \approx 2 \times SD$.

Pour les résultats de mesures sur des substances chimiques, la limite de quantification est équivalente à la limite de détection utilisée pour la mesure de radioactivité.

Spectres de référence

Pour les centrales nucléaires, les spectres de référence des rejets comprennent les radionucléides suivants :

- Rejets liquides : tritium, carbone-14, iode-131, autres produits de fission et d'activation (manganèse-54, cobalt-58, cobalt-60, nickel-63, argent-110m, tellure-123m, antimoine-124, antimoine-125, césium-134, césium-137) ;
- Rejets gazeux : tritium, carbone-14, iodes (iode-131, iode-133), autres produits de fission et d'activation (cobalt-58, cobalt-60, césium-134, césium-137), gaz rares : xénon-133 (rejets permanents des réseaux de ventilation, vidange de réservoirs de stockage des effluents « RS » et lors de la décompression des bâtiments réacteurs), xénon-135 (rejets permanents des réseaux de ventilation et lors de la décompression des bâtiments réacteurs), xénon-131m (vidange de réservoirs RS), krypton-85 (vidange de réservoirs RS), argon-41 (lors de la décompression des bâtiments réacteurs).

4.2 La surveillance de l'environnement

4.2.1 Le réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement

En France, de nombreux acteurs participent à la surveillance de la radioactivité de l'environnement :

- les exploitants d'installations nucléaires qui réalisent une surveillance autour de leurs sites ;
- l'ASN, l'IRSN (dont les missions définies par le [décret n° 2016-283 du 10 mars 2016](#) comprennent la participation à la surveillance radiologique de l'environnement), les ministères (direction générale de la santé, direction générale de l'alimentation, direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes, etc.), les services de l'État et autres acteurs publics réalisant des missions de surveillance du territoire national ou de secteurs particuliers (denrées alimentaires contrôlées par le ministère chargé de l'agriculture, par exemple) ;
- les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (collectivités locales), les associations de protection de l'environnement et les commissions locales d'information (CLI).

Le réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM) fédère l'ensemble de ces acteurs. Il a pour principal

objectif de réunir et de mettre à disposition du public sur un site internet spécifique (mesure-radioactivite.fr) l'intégralité des mesures environnementales effectuées dans un cadre réglementaire sur le territoire national. La qualité de ces mesures est assurée par une procédure d'agrément des laboratoires (voir point 4.3).

Les orientations du RNM sont décidées au sein du comité de pilotage du réseau, qui regroupe des représentants de l'ensemble des parties prenantes au réseau : services ministériels, ARS représentants des laboratoires des exploitants nucléaires ou associatifs, membres de commissions locales d'information, IRSN, ASN, etc.

4.2.2 L'objet de la surveillance de l'environnement

Les exploitants sont responsables de la surveillance de l'environnement autour de leurs installations. Le contenu des programmes de surveillance à mettre en œuvre à ce titre (mesures à réaliser et périodicité) est défini dans la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée ainsi que dans les prescriptions individuelles applicables à chaque installation (décret d'autorisation de création, arrêtés d'autorisation de rejets ou décisions de l'ASN), indépendamment des dispositions complémentaires que peuvent prendre les exploitants pour leur propre suivi.

Cette surveillance de l'environnement permet :

- de contribuer à la connaissance de l'état radiologique et radioécologique de l'environnement de l'installation par la réalisation de mesures relatives aux paramètres et substances réglementés dans les prescriptions, dans les différents compartiments de l'environnement (air, eau, sol), ainsi que dans les biotopes et la chaîne alimentaire (lait, végétaux, etc.) : un état initial, servant de référence, est réalisé avant la création de l'installation ; la surveillance de l'environnement tout au long de la vie de l'installation permet d'en suivre l'évolution ;
- de contribuer à vérifier que l'impact de l'installation sur la santé et l'environnement est conforme à l'étude d'impact ;
- de détecter le plus précocement possible une élévation anormale de la radioactivité ;
- de s'assurer de l'absence de dysfonctionnement de l'installation, notamment par le contrôle des nappes d'eaux souterraines et du respect de la réglementation par les exploitants ;
- de contribuer à la transparence et à l'information du public par la transmission des données de surveillance au RNM.

4.2.3 Le contenu de la surveillance

Tous les sites nucléaires qui émettent des rejets en France font l'objet d'une surveillance systématique de l'environnement. Ce suivi est proportionné aux risques ou inconvénients que peut présenter l'installation pour l'environnement tels qu'ils sont décrits dans le dossier d'autorisation et notamment l'étude d'impact.

La surveillance réglementaire de l'environnement des INB est adaptée à chaque type d'installation selon qu'il s'agit d'un réacteur électronucléaire, d'une usine, d'une installation de recherche, d'un centre de stockage de déchets, etc. Le contenu minimal de cette surveillance est défini par l'[arrêté du 7 février 2012](#) modifié fixant les règles générales relatives aux INB et par la [décision du 16 juillet 2013](#) modifiée précitée. Cette décision impose aux exploitants d'INB de faire effectuer les mesures réglementaires de surveillance de la radioactivité de l'environnement par des laboratoires agréés.

En fonction des spécificités locales, la surveillance peut varier d'un site à l'autre. Le tableau 8 présente des exemples de surveillance effectuée par l'exploitant d'une centrale électronucléaire et d'un centre de recherche ou usine.

Lorsque plusieurs installations (INB ou non) sont présentes sur un même site, la surveillance peut être commune à l'ensemble de ces installations, comme cela est par exemple le cas sur les sites de [Cadarache](#) et du [Tricastin](#) depuis 2006.

Ces principes de surveillance sont complétés dans les prescriptions individuelles des installations par des dispositions de

surveillance spécifiques aux risques présentés par les procédés industriels qu'elles utilisent.

Chaque année, outre la transmission réglementaire des résultats de la surveillance à l'ASN, les exploitants transmettent près de 120 000 mesures au RNM.



INCIDENCE COVID

SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT EN PÉRIODE DE CONFINEMENT

Les exploitants d'INB assurent la surveillance réglementaire de l'environnement autour de leur site, conformément aux prescriptions des décisions prises par l'ASN qui encadrent les prélèvements et les consommations d'eau, les rejets d'effluents gazeux et/ou liquides ainsi que la surveillance de l'environnement autour des installations.

Compte tenu de la crise sanitaire liée à la Covid-19, lors de la période de confinement au printemps 2020, certains exploitants ont dû adapter temporairement leur programme de surveillance réglementaire de l'environnement selon les plans de continuité d'activité mis en œuvre. Ces aménagements ou mesures compensatoires ont été suivis tout au long de la période par l'ASN au moyen de réunions régulières avec les différents exploitants. Ils ont concerné par exemple la ré-internalisation de certaines

tâches habituellement sous-traitées, l'allègement de fréquence ou la priorisation de certains prélèvements et/ou analyses. De même, un report de quelques jours de l'envoi de documents réglementaires, tels que les registres mensuels, a été accordé par l'ASN dans le but de garantir l'exhaustivité des informations contenues dans ceux-ci.

Cette période de confinement a également accéléré la mise en place de la dématérialisation de certains actes, tels que les accords préalables à certaines opérations relatives à la gestion des effluents prévus dans les décisions prises par l'ASN.

Lors de la deuxième période de confinement à l'automne 2020, les exploitants n'ont pas fait part de difficultés particulières et ont maintenu leur programme de surveillance de l'environnement conformément aux décisions précitées.

Synthèse des connaissances acquises 10 ans après la parution du Livre Blanc du Tritium

L'ASN avait publié en 2010 le [Livre Blanc du Tritium](#), présentant l'état des connaissances scientifiques sur la présence et les sources de tritium dans l'environnement, ainsi que sur l'impact environnemental et sanitaire de ce radionucléide. Il comprenait également les recommandations formulées par deux groupes de réflexion pluralistes, assorties d'un plan d'action en découlant.

Dix ans après la parution de ce livre blanc, l'ASN a publié en 2020 la synthèse des connaissances acquises dans les domaines étudiés.

Les connaissances relatives à la métrologie, la maîtrise des rejets, la surveillance de l'environnement et l'évaluation de l'impact du tritium sur la santé humaine ont progressé, permettant d'apporter des réponses aux questionnements soulevés par l'ASN, même si des actions restent à finaliser. Parmi les avancées métrologiques, on note l'élaboration de plusieurs normes de mesurage du tritium dans les matrices de l'environnement et les rejets d'effluent ainsi que la mise en œuvre d'essais de comparaison interlaboratoires. Des travaux de recherche relatifs au transfert du tritium et à son niveau d'activité dans l'environnement ont été menés. La compréhension de la toxicité du tritium a aussi progressé, notamment en montrant que les effets du tritium à des concentrations proches des concentrations environnementales restent très limités. À des niveaux de concentrations plus élevées pouvant être rencontrés dans les effluents produits par les installations, des effets biologiques différents selon les formes physico-chimiques du tritium sont observés, ce qui souligne l'importance de les distinguer dans

les rejets des installations pour caractériser les risques associés. Les études réalisées ont mis en évidence la part prépondérante de la forme « libre » du tritium dans les rejets des installations, confirmant le faible impact associé. L'inventaire des rejets de tritium des installations nucléaires de base (INB) et des installations nucléaires de base secrètes (INBS) ainsi que le bilan des impacts dosimétriques associés sont publiés chaque année par l'ASN sur le site internet du [Livre Blanc du Tritium](#).

L'amélioration des connaissances étant tangible, en particulier concernant la métrologie et la caractérisation des formes physico-chimiques du tritium dans les rejets, l'ASN a clos en 2020 les travaux du comité de suivi du plan d'action tritium. Le suivi des travaux de recherche encore en cours, notamment au sujet des effets biologiques du tritium et des risques sanitaires associés, s'effectuera désormais sous un autre format, par exemple lors de séminaires ou de journées dédiées à la recherche. L'ASN a ainsi demandé à l'IRSN d'organiser au premier semestre 2021 une journée « recherche » consacrée à ce sujet et d'y convier les parties intéressées, notamment les membres du Comité de suivi du plan d'action tritium.

En parallèle, l'ASN suit attentivement, en lien avec l'IRSN, le déroulement d'une campagne de mesure de tritium dans la Loire lancée en novembre 2020, dont le but est d'améliorer la connaissance des conditions de dispersion du tritium rejeté dans le milieu par les centrales nucléaires implantées sur la Loire et la Vienne. Les résultats de cette étude seront publiés dans le courant de l'année 2021.

4.2.4 La surveillance de l'environnement sur le territoire national par l'IRSN

La surveillance de l'environnement effectuée par l'IRSN sur l'ensemble du territoire national est réalisée au moyen de réseaux de mesure et de prélèvement consacrés à :

- la surveillance de l'air (aérosols, eaux de pluie, activité gamma ambiante);
- la surveillance des eaux de surface (cours d'eau) et des eaux souterraines (nappes phréatiques);
- la surveillance de la chaîne alimentaire de l'homme (lait, céréales, poissons, etc.);
- la surveillance continentale terrestre (stations de référence éloignées de toute installation industrielle).

Cette surveillance repose sur :

- la surveillance en continu *in situ* par des systèmes autonomes (réseaux de télésurveillance) permettant la transmission en temps réel des résultats parmi lesquels on trouve :
 - le réseau [Téléray](#) (radioactivité gamma ambiante de l'air) qui s'appuie sur des balises de mesure en continu et sur l'ensemble du territoire. Ce réseau est en cours de densification autour des sites nucléaires dans la zone de 10 à 30 kilomètres (km) autour des INB;
 - le réseau [Hydrotéléray](#) (surveillance des principaux cours d'eau, en aval de toutes les installations nucléaires et avant leur sortie du territoire national);
- des réseaux de prélèvement en continu avec mesures en laboratoire, comme le [réseau de mesure de la radioactivité des aérosols atmosphériques](#);
- le traitement et la mesure en laboratoire d'échantillons prélevés dans différents compartiments de l'environnement à proximité ou non d'installations susceptibles de rejeter des radionucléides.

L'IRSN réalise chaque année plus de 25 000 prélèvements dans l'environnement, tous compartiments confondus (hors réseaux de télémesures).

Les niveaux de radioactivité mesurés en France sont stables et se situent à des niveaux très faibles, généralement à la limite de la sensibilité des instruments de mesure. La radioactivité artificielle détectée dans l'environnement résulte essentiellement des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires réalisés dans les années 1960 et de l'[accident de Tchernobyl \(Ukraine\)](#). Des traces de radioactivité artificielle liées aux rejets peuvent parfois être détectées à proximité des installations. À cela peuvent s'ajouter très localement des contaminations sans enjeu sanitaire issues d'incidents ou d'activités industrielles passées.

À partir des résultats de la surveillance de la radioactivité sur l'ensemble du territoire publiés dans le RNM et conformément aux dispositions de la [décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée](#), l'IRSN publie régulièrement un [Bilan de l'état radiologique de l'environnement français](#). La troisième édition de ce bilan a été publiée à la fin de l'année 2018 et correspond à la période 2015-2017. En complément, l'IRSN établit également des constats radiologiques régionaux fournissant une information plus précise sur un territoire donné.

4.3 Des laboratoires agréés par l'ASN pour garantir la qualité des mesures

Les articles [R. 1333-25](#) et [R. 1333-26](#) du code de la santé publique prévoient la création d'un RNM et d'une procédure d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité par l'ASN. Les modalités de fonctionnement du RNM sont définies par la décision de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée.

La mise en place de ce réseau répond à deux objectifs majeurs :

- poursuivre une politique d'assurance de la qualité des mesures de la radioactivité de l'environnement par l'instauration d'un agrément des laboratoires, délivré par décision de l'ASN;
- assurer la transparence en mettant à disposition du public les résultats de la surveillance de la radioactivité de l'environnement et des informations sur l'impact radiologique du nucléaire en France sur le site internet du [RNM](#) (voir point 4.2.1).

Les agréments couvrent toutes les matrices environnementales pour lesquelles une surveillance réglementaire est imposée aux exploitants : eaux, sols ou sédiments, matrices biologiques (faune, flore, lait), aérosols et gaz atmosphériques. Les mesures concernent les principaux radionucléides artificiels ou naturels, émetteurs gamma, bêta ou alpha ainsi que la dosimétrie gamma ambiante. La liste des types de mesure couverts par un agrément est définie par la décision de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée.

Au total, un agrément couvre une cinquantaine de mesures, auxquelles correspondent autant d'essais de comparaison interlaboratoires (EIL). Ces essais sont organisés par l'IRSN sur un cycle de 5 ans, correspondant à la durée maximale de validité des agréments.

Afin d'établir un retour d'expérience des EIL organisés par l'IRSN depuis leur mise en place en 2003, l'ASN et l'IRSN ont décidé d'organiser conjointement un séminaire en 2021 rassemblant l'ensemble des acteurs de la sphère de la surveillance de l'environnement (laboratoires des exploitants des installations nucléaires, établissements publics, universitaires, privés, associatifs ou étrangers, etc.).

4.3.1 La procédure d'agrément des laboratoires

La décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée précise l'organisation du réseau national et fixe les dispositions d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité de l'environnement.

La procédure d'agrément comprend notamment :

- la présentation d'un dossier de demande par le laboratoire intéressé après participation à un EIL;
- son instruction par l'ASN;
- l'examen des dossiers de demande par une commission d'agrément pluraliste qui émet un avis sur des dossiers rendus anonymes.

Les laboratoires sont agréés par décision de l'ASN publiée dans son [Bulletin officiel](#). La liste des laboratoires agréés est actualisée tous les 6 mois.

4.3.2 La commission d'agrément

La commission d'agrément a pour mission de s'assurer que les laboratoires de mesure ont les compétences organisationnelles et techniques pour fournir au RNM des résultats de mesures de qualité.

La commission est compétente pour proposer l'agrément, le refus, le retrait ou la suspension d'agrément à l'ASN. Elle se prononce sur la base d'un dossier de demande présenté par le laboratoire pétitionnaire et sur ses résultats aux EIL organisés par l'IRSN. Elle se réunit tous les 6 mois.

La commission, présidée par l'ASN, est composée de personnes qualifiées et de représentants des services de l'État, des laboratoires, des instances de normalisation et de l'IRSN.

TABLEAU 8

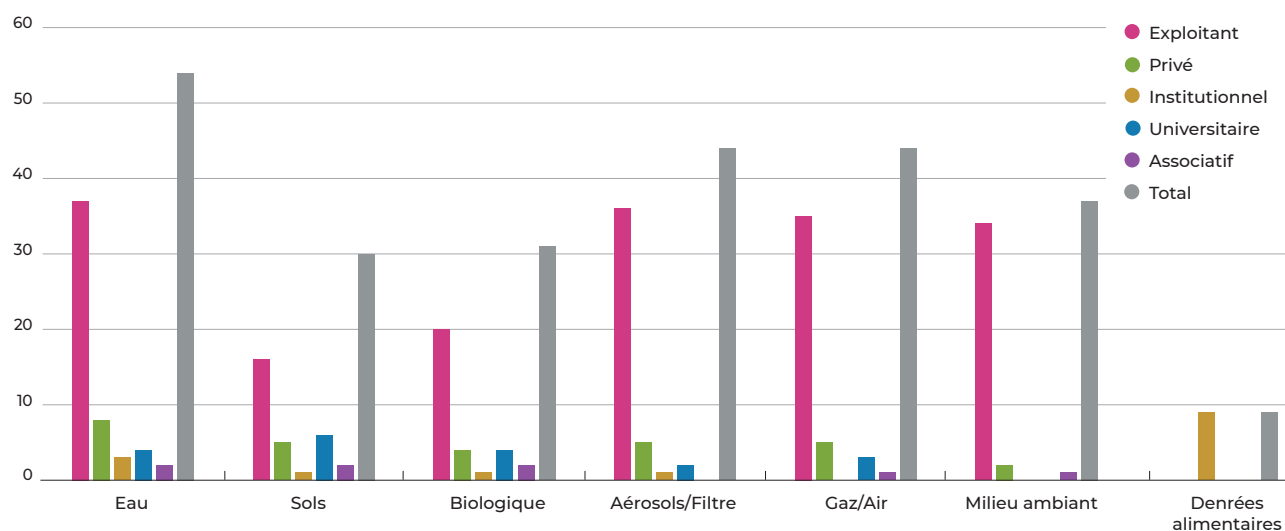
Exemples de suivi radiologique de l'environnement autour des INB

MILIEU SURVEILLÉ OU NATURE DU CONTRÔLE	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (DÉCISION N° 2014-DC-0415 DE L'ASN DU 16 JANVIER 2014)	ÉTABLISSEMENT ORANO DE LA HAGUE (DÉCISION N° 2015-DC-0535 DE L'ASN DU 22 DÉCEMBRE 2015)
Air au niveau du sol	<ul style="list-style-type: none"> 4 stations de prélèvement en continu des poussières atmosphériques sur filtre fixe avec mesures quotidiennes de l'activité β globale (βG) <ul style="list-style-type: none"> Spectrométrie γ si $\beta G > 2 \text{ mBq/m}^3$ Spectrométrie γ mensuelle sur regroupements des filtres par station 1 station de prélèvement en continu, située sous les vents dominants, avec mesure hebdomadaire du ^3H atmosphérique 	<ul style="list-style-type: none"> 5 stations de prélèvement en continu des poussières atmosphériques sur filtre fixe avec mesures quotidiennes des activités α globale (αG) et β globale (βG) <ul style="list-style-type: none"> Spectrométrie γ si αG ou $\beta G > 1 \text{ mBq/m}^3$ Spectrométrie α (Pu) mensuelle sur le regroupement des filtres par station 5 stations de prélèvement en continu des halogènes sur adsorbant spécifique avec spectrométrie γ hebdomadaire pour la mesure des iodes 5 stations de prélèvement en continu avec mesure hebdomadaire du ^3H atmosphérique 5 stations de prélèvement en continu avec mesure bimensuelle du ^{14}C atmosphérique 5 stations de mesure en continu de l'activité du ^{85}Kr dans l'air
Rayonnement γ ambiant	<ul style="list-style-type: none"> Mesure en continu avec enregistrement : <ul style="list-style-type: none"> 4 balises à 1 km 10 balises aux limites du site 4 balises à 5 km 	<ul style="list-style-type: none"> 5 balises avec mesure en continu et enregistrement 11 balises avec mesure en continu à la clôture du site
Pluie	<ul style="list-style-type: none"> 1 station de prélèvement en continu sous les vents dominants avec mesures bimensuelles βG et ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> 2 stations de prélèvement en continu dont une sous le vent dominant avec mesure hebdomadaire de αG, βG et du ^3H <ul style="list-style-type: none"> Spectrométrie γ si αG ou βG significatif
Milieu récepteur des rejets liquides	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvement dans la rivière en amont du point de rejet et dans la zone de bon mélange à chaque rejet <ul style="list-style-type: none"> Mesure βG, du potassium (K)^(*) et ^3H Prélèvement continu dans la rivière au point de bon mélange <ul style="list-style-type: none"> Mesure ^3H (mélange moyen quotidien) Prélèvements annuels dans les sédiments, la faune et la flore aquatiques en amont et en aval du point de rejet avec spectrométrie γ, mesure ^3H libre, et, sur les poissons, ^{14}C et ^3H organiquement lié Prélèvements périodiques dans un ruisseau et dans la retenue avoisinant le site avec mesures βG, K, ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements quotidiens d'eau de mer en deux points à la côte avec mesures quotidiennes (spectrométrie γ, ^3H) en un de ces points et pour chacun des deux points, spectrométries α et γ et mesures βG, K, ^3H et ^{90}Sr Prélèvements trimestriels d'eau de mer en 3 points au large avec spectrométrie γ et mesures βG, K, ^3H Prélèvements trimestriels de sable de plage, d'algues et de patelles en 13 points avec spectrométrie γ + mesure ^{14}C et spectrométrie α pour les algues et patelles en 6 points Prélèvements de poissons, crustacés, coquillages et mollusques dans 3 zones des côtes du Cotentin avec spectrométries α et γ et mesure ^{14}C Prélèvements trimestriels de sédiments marins au large en 8 points avec spectrométries α et γ mesure ^{90}Sr Prélèvements hebdomadaires à semestriels de l'eau de 19 ruisseaux avoisinant le site, avec mesures αG, βG, K et ^3H Prélèvements trimestriels des sédiments des 4 principaux ruisseaux avoisinants le site, avec spectrométries γ et α Prélèvements trimestriels de végétaux aquatiques dans 3 ruisseaux avoisinants le site avec spectrométrie γ et mesure ^3H
Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements mensuels en 4 points, bimensuels en 1 point et trimestriels en 4 points avec mesure βG, K et ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> 5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec mesure αG, βG, du K et du ^3H
Eaux de consommation	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvement annuel d'une eau destinée à la consommation humaine, avec mesures βG, K et ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements périodiques des eaux destinées à la consommation humaine en 15 points, avec mesures αG, βG, K et ^3H
Sol	<ul style="list-style-type: none"> 1 prélèvement annuel de la couche superficielle des terres avec spectrométrie γ 	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements trimestriels en 7 points avec spectrométrie γ et mesure du ^{14}C
Végétaux	<ul style="list-style-type: none"> 2 points de prélèvement d'herbe, dont un sous les vents dominants, avec spectrométrie γ mensuelle et mesures trimestrielles ^{14}C et du C Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec spectrométrie γ, mesure ^3H, et ^{14}C 	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements d'herbes mensuels en 5 points et trimestriels en 5 autres points avec spectrométrie γ et mesure de ^3H et ^{14}C <ul style="list-style-type: none"> Spectrométrie α annuelle en chaque point Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec spectrométries α et γ, mesures du ^3H, du ^{14}C et du ^{90}Sr
Lait	<ul style="list-style-type: none"> 2 points de prélèvement, situés de 0 à 10 km de l'installation, dont un sous les vents dominants, avec spectrométrie γ mensuelle, mesure trimestrielle ^{14}C et mesure annuelle ^{90}Sr et ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> 5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec spectrométrie γ, mesure de K, ^3H, ^{14}C et, ^{90}Sr

αG = α global; βG = β global

* Mesures de la concentration totale de potassium et par spectrométrie pour 40K.

GRAPHIQUE 7

Répartition du nombre de laboratoires agréés pour une matrice environnementale donnée au 1^{er} janvier 2021

4.3.3 Les conditions d'agrément

Les laboratoires qui souhaitent être agréés doivent mettre en place une organisation qui réponde aux exigences de la norme NF EN ISO/IEC 17025 relative aux exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.

Afin de démontrer leurs compétences techniques, ils doivent participer à des EIL organisés par l'IRSN. Le programme, désormais quinquennal, de ces essais est mis à jour annuellement. Il fait l'objet d'un examen par la commission d'agrément et est publié sur le site Internet du RNM (mesure-radioactivite.fr). Jusqu'à 70 laboratoires s'inscrivent à un type d'essai, dont quelques laboratoires étrangers.

La commission d'agrément définit les critères d'évaluation utilisés pour l'exploitation des EIL. Lorsque le résultat obtenu par un laboratoire à un EIL n'est pas suffisamment probant, l'ASN peut, sur avis de la commission d'agrément, délivrer un agrément pour une durée probatoire de 1 ou 2 ans, par exemple, ou conditionner la délivrance de l'agrément à la fourniture d'éléments complémentaires, voire la participation à un nouvel essai contradictoire.

En 2020, l'IRSN a organisé six EIL. Depuis 2003, 88 EIL ont été menés couvrant 59 types d'agrément. C'est dans le domaine de la surveillance de la radioactivité des eaux que les laboratoires agréés sont les plus nombreux, avec 54 laboratoires. Ils sont entre une trentaine et une quarantaine de laboratoires à disposer d'agrément pour les mesures de matrices biologiques (faune, flore, lait), des poussières atmosphériques, de l'air ou encore de la dosimétrie gamma ambiante. Pour les sols et les sédiments, le nombre de laboratoires s'établit à 30. Si la plupart des laboratoires sont compétents pour la mesure des émetteurs gamma dans toutes les matrices environnementales, seule une dizaine d'entre eux est agréée pour les mesures du carbone-14, des transuraniens ou des radioéléments des chaînes naturelles de l'uranium et du thorium dans l'eau, les sols et sédiments, et les matrices biologiques (herbe, productions agricoles végétales ou animales, lait, faune et flore aquatique, etc.).

En 2020, l'ASN a délivré 259 agréments ou renouvellements d'agrément. Au 1^{er} janvier 2021, le nombre total de laboratoires agréés est de 67, ce qui représente 906 agréments, tous types confondus, en cours de validité.

La liste détaillée des laboratoires agréés et de leur domaine de compétence technique est disponible sur asn.fr.

5. Les contrôles liés aux fraudes et le traitement des signalements

5.1 Le contrôle relatif aux fraudes

Depuis 2015, plusieurs cas d'irrégularités pouvant s'apparenter à des falsifications ont été mis en évidence chez des fabricants, des fournisseurs ou des organismes connus et travaillant depuis de nombreuses années pour l'industrie nucléaire française. Des cas avérés de contrefaçons ou de falsifications ont en outre été rencontrés dans certains pays étrangers ces dernières années. Le terme d'irrégularité est employé par l'ASN pour toute modification, altération ou omission de certaines informations ou données de manière volontaire. Une irrégularité détectée par l'ASN peut être caractérisée par un juge sur le plan pénal en fraude.

Le nombre de cas avérés ou suspectés ne représente qu'une infime proportion des activités nucléaires, mais ces cas montrent que ni la robustesse de la chaîne de surveillance et de contrôle au premier rang de laquelle se trouvent les fabricants, fournisseurs

et exploitants, ni le haut niveau de qualité exigé dans l'industrie nucléaire, n'ont permis d'écarter totalement les risques de contrefaçons, de fraudes et de falsifications. En effet, ces cas n'ont pas tous été détectés par la surveillance de l'exploitant, qui doit désormais s'adapter de manière plus adéquate à la prévention, à la détection, à l'analyse et au traitement de cas de fraudes.

L'ASN a engagé en 2016 une réflexion sur l'adaptation des méthodes de contrôle des INB dans un contexte d'irrégularité. Lors de celle-ci, elle a interrogé d'autres administrations de contrôle, ses homologues étrangères, ainsi que des exploitants sur leurs pratiques afin d'en tirer le retour d'expérience. Ce risque particulier a donné lieu à des évolutions de méthodes de contrôle de l'ASN, mais il s'inscrit pour son traitement dans le cadre existant. En plus de ses inspecteurs, l'ASN s'appuie, depuis son recrutement en 2019, sur un officier de la Gendarmerie nationale qui lui fait bénéficier de son expérience et permet d'enrichir

les pratiques d'inspection pour lutter contre les irrégularités de type fraudes.

L'ASN a aussi **rappelé** aux exploitants d'INB et aux principaux fabricants d'équipements nucléaires en 2018 qu'une irrégularité est un écart au sens de l'arrêté INB. Les exigences de l'arrêté s'appliquent donc pour la prévention, la détection et le traitement des cas s'apparentant à des fraudes. De manière plus générale, les exigences réglementaires portant sur la sûreté et la protection des personnes contre les risques liés aux rayonnements ionisants s'appliquent également. Par exemple, certifier par une signature qu'une activité a bien été réalisée alors qu'en réalité elle ne l'a pas été peut être, selon le cas, un écart aux règles d'organisation, de contrôle technique des activités, de gestion des compétences, etc.

L'ASN a réalisé, en 2020, 25 inspections consacrées pleinement ou en partie à la recherche d'irrégularités. Elles ont principalement eu lieu sur les sites nucléaires : les inspecteurs ont pu repérer des cas suspects remettant en cause la réalisation d'activités importantes : fiches de contrôle préremplies avant la réalisation de ces contrôles, non-réalisation de ces contrôles, signature d'un vérificateur à une date où il était apparemment absent, etc. Ces cas sont d'abord traités en tant qu'écarts aux exigences réglementaires. Ils font de plus l'objet de discussions avec la direction des sites et les services centraux des exploitants, pour une prise en compte prioritaire. Suivant les enjeux relatifs à l'écart, un procès-verbal ou un signalement au procureur de la République est effectué. Un signalement a été envoyé en 2020.

Afin d'améliorer les pratiques, l'ASN partage son retour d'expérience :

- avec les exploitants. Elle est par exemple intervenue lors d'une journée d'échange organisée par EDF ;
- avec ses homologues étrangères. L'ASN participe notamment aux groupes de travail de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) et du programme multinational d'évaluation de la conception des nouveaux réacteurs (MDEP) dans lesquels ont lieu des échanges sur ce sujet. L'ASN pilote une action visant à établir un modèle d'information rapide entre autorités de sûreté lorsque des irrégularités pouvant survenir à l'étranger sont découvertes dans un pays.

Des cas particuliers d'irrégularités sont mentionnés au point 2.2.2 du chapitre 10.

6. Relever et sanctionner les écarts

L'ASN met en œuvre des **mesures de coercition**, permettant de contraindre un exploitant ou un responsable d'activité nucléaire à se remettre en conformité avec la réglementation, et des sanctions.

6.1 L'équité et la cohérence des décisions en matière de mesures de coercition et de sanction

Dans certaines situations où l'action de l'exploitant ou du responsable d'activité nucléaire n'est pas conforme à la réglementation ou à la législation, ou lorsqu'il importe qu'il mette en œuvre des actions appropriées pour remédier sans délai aux risques les plus importants, l'ASN peut recourir à des mesures de coercition et des sanctions prévues par la loi. Les principes de l'action de l'ASN dans ce domaine reposent sur :

- des actions impartiales, justifiées et adaptées au niveau de risque présenté par la situation constatée. Leur importance est proportionnée aux enjeux sanitaires et environnementaux associés à l'écart relevé et tient compte également de facteurs relatifs à l'exploitant (historique, comportement, répétitivité), au contexte de l'écart et à la nature du référentiel enfreint (réglementation, normes, « règles de l'art », etc.) ;

5.2 Le traitement des signalements

Fin novembre 2018, l'ASN a mis en ligne un **portail** permettant à une personne souhaitant lui signaler des irrégularités pouvant affecter la protection des personnes et de l'environnement, potentiellement un lanceur d'alerte, de l'en informer.

Par un traitement de pseudonymisation des signalements reçus, l'ASN assure la confidentialité de toute personne lui envoyant un signalement. Seule une demande d'une autorité judiciaire serait de nature à briser cette confidentialité, ce qui n'est pas arrivé. Il est toutefois préférable que l'auteur du signalement laisse ses coordonnées afin que l'ASN puisse :

- accuser réception de son signalement ;
- le contacter dans le cas où des informations devraient être précisées (besoin fréquent) ;
- l'informer si des suites ont été données à son signalement.

En 2020, 33 signalements ont été envoyés à l'ASN : un peu moins de la moitié *via* le portail de signalement, les autres par d'autres moyens de transmission (5 signalements par courrier, 7 par un contact direct avec la division de l'ASN géographiquement compétente, etc.). Les signalements reçus sont variés aussi bien de par le domaine concerné, en INB ou dans le nucléaire de proximité, que dans leur contenu. Certains sont d'ailleurs retransmis par l'ASN à d'autres administrations lorsque leur traitement n'est pas de sa compétence. Il peut s'agir, par exemple, d'une information relative à la sécurité d'une INB, qu'il revient au Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère chargé de l'énergie de prendre en compte.

Onze signalements ont fait l'objet de vérifications lors d'inspections. Les suites sont gérées dans le même cadre que des inspections courantes.

Pour neuf signalements, l'ASN a recontacté les auteurs du signalement afin d'obtenir des précisions.

Six des signalements reçus en 2020 ont été réalisés de manière anonyme : deux de ces signalements, même si leur contenu a été pris en compte dans les actions de contrôle globales, n'ont pas pu faire l'objet d'actions ciblées, étant trop vagues et leurs auteurs, anonymes, ne pouvant être joints. L'ASN n'a de plus pas pu informer les auteurs de signalements anonymes des actions engagées.

- des mesures administratives engagées sur proposition des inspecteurs et décidées par l'ASN pour faire remédier aux situations de risques et aux non-respects des dispositions législatives et réglementaires constatés lors des inspections.

L'ASN dispose d'une palette d'outils à l'égard d'un responsable d'activité nucléaire ou d'un exploitant, notamment :

- l'observation de l'inspecteur ;
- la lettre officielle des services de l'ASN (lettre de suite d'inspection) ;
- la mise en demeure par l'ASN de régulariser sa situation administrative ou de satisfaire à certaines conditions dans un délai déterminé ;
- des sanctions administratives prononcées après mise en demeure.

Outre ces actions administratives de l'ASN, des procès-verbaux peuvent être dressés par l'inspecteur et transmis au procureur de la République.

TABLEAU 9

Nombre de procès-verbaux transmis par les inspecteurs de l'ASN entre 2015 et 2020

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PV hors inspection du travail en centrale nucléaire	14	7	13	14	8	4
PV inspection du travail en centrale nucléaire	3	1	5	2	4	8

6.2 Une politique adaptée de coercition et de sanction

Lorsque l'ASN constate des manquements aux dispositions législatives et réglementaires en matière de sûreté ou de radioprotection (dispositions du code de la santé publique et du code du travail), des mesures de police ou des sanctions peuvent être prises à l'encontre des exploitants ou des responsables d'activités nucléaires, après échange contradictoire, dans le respect des droits de la défense, et mise en demeure préalable.

La loi (code de l'environnement et code de la santé publique) prévoit, en cas de constatation d'inobservation des dispositions et prescriptions applicables, des mesures de police et sanctions administratives graduées :

- la consignation entre les mains d'un comptable public d'une somme répondant du montant des travaux à réaliser ;
- l'exécution d'office de travaux aux frais de l'exploitant ou du responsable d'activité nucléaire (les sommes éventuellement consignées préalablement pouvant être utilisées pour payer ces travaux) ;
- la suspension du fonctionnement de l'installation, du déroulement de l'opération de transport jusqu'à mise en conformité ou la suspension de l'activité jusqu'à l'exécution complète des conditions imposées et la prise des mesures conservatoires aux frais de la personne mise en demeure, notamment en cas d'urgence tenant à la sécurité des personnes ;
- l'astreinte journalière (un montant fixé par jour dont l'exploitant ou le responsable d'activité doit s'acquitter jusqu'à satisfaction des demandes formulées à son endroit dans la mise en demeure) ;
- l'amende administrative.

Il convient de signaler que ces deux dernières mesures sont proportionnées à la gravité des manquements constatés. L'amende administrative relève de la compétence de la Commission des sanctions de l'ASN (présentée au chapitre 2).

La loi prévoit également des mesures prises à titre conservatoire pour la sauvegarde de la sécurité, de la santé et de la salubrité publiques ou de la protection de l'environnement. Ainsi, l'ASN peut :

- suspendre le fonctionnement d'une INB à titre provisoire, avec information sans délai des ministres chargés de la sûreté nucléaire, en cas de risques graves et imminents ;
- prescrire à tout moment les évaluations et la mise en œuvre des dispositions nécessaires en cas de menace pour les intérêts cités ci-dessus ;
- prendre des décisions de retrait temporaire ou définitif du titre administratif (autorisation et prochainement enregistrement) délivré au responsable de l'activité nucléaire après avoir informé l'intéressé de la possibilité de présenter ses observations dans un délai déterminé afin de respecter la procédure contradictoire.

Les textes prévoient, par ailleurs, des infractions pénales, délits ou contraventions. Il s'agira, par exemple, du non-respect de dispositions relatives à la protection des travailleurs exposés à des rayonnements ionisants, du non-respect d'une mise en demeure adressée par l'ASN, de l'exercice d'une activité nucléaire

sans le titre administratif requis, du non-respect de dispositions de décisions de l'ASN ou de la gestion irrégulière de déchets radioactifs.

Les infractions éventuellement constatées sont relevées par procès-verbaux dressés par les inspecteurs de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et transmis au procureur de la République qui décide de l'opportunité des poursuites.

Le code de l'environnement prévoit des sanctions pénales, une amende voire une peine d'emprisonnement (jusqu'à 150 000 euros et 3 ans d'emprisonnement), selon la nature de l'infraction. Pour les personnes morales déclarées responsables pénalement, le montant de l'amende peut atteindre 10 millions d'euros, selon l'infraction en cause et selon l'atteinte portée aux intérêts mentionnés à l'article L. 593-1.

Le code de la santé publique prévoit également des sanctions pénales, sont encourues une amende de 3 750 à 15 000 euros et une peine d'emprisonnement de 6 mois à 1 an, selon la gravité du manquement, des peines complémentaires pouvant être appliquées à l'encontre des personnes morales.

Des contraventions de cinquième classe (amendes) sont prévues, sur le champ de la sûreté nucléaire, pour les infractions citées à l'article R. 596-16 du code de l'environnement, ainsi que sur le champ de la radioprotection, pour les infractions citées aux articles R. 1337-14-2 à 5 du code de la santé publique, par exemple s'agissant du non-respect des dispositions relatives à la déclaration d'événement significatif, au régime administratif (transmission du dossier de demande de titre, respect des prescriptions générales, information portant sur le changement du conseiller en radioprotection).

Pour le domaine des appareils à pression, les dispositions du chapitre VII du titre V du livre V du code de l'environnement, qui s'appliquent aux produits et équipements à risques dont font partie les appareils à pression y compris ceux implantés dans les INB, permettent notamment d'ordonner le paiement d'une amende assortie, le cas échéant, d'une astreinte journalière applicable jusqu'à satisfaction de la mise en demeure à l'encontre des exploitants. Ce chapitre comporte également des dispositions à l'égard des fabricants, importateurs et distributeurs de tels équipements, visant à interdire la mise sur le marché, la mise en service ou le maintien en service d'un équipement et à mettre l'exploitant en demeure de prendre toutes les mesures pour le contraindre à se mettre en conformité avec les dispositions législatives et réglementaires qui régissent son activité. Dans l'exercice de leurs missions dans les centrales nucléaires, les inspecteurs du travail de l'ASN disposent de l'ensemble des moyens de contrôle, de décision et de contrainte des inspecteurs du travail de droit commun (en vertu de l'article R. 8111-11 du code du travail). L'observation, la mise en demeure, la sanction administrative, le procès-verbal, le référé (pour faire cesser sans délai les risques) ou encore l'arrêt de travaux constituent pour les inspecteurs du travail de l'ASN une large palette de moyens d'incitation et de contraintes.

6.3 Le bilan 2020 en matière de coercition et de sanction

À la suite des infractions constatées, les inspecteurs de l'ASN (inspecteurs de la sûreté nucléaire, pour les INB, le TSR ou les ESPN, inspecteurs du travail et inspecteurs de la radioprotection) ont transmis 12 procès-verbaux aux procureurs, dont huit au titre de l'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

L'ASN a pris trois mises en demeure vis-à-vis d'exploitants d'INB et de responsables d'activités nucléaires. Par ailleurs, le tableau 9 indique le nombre de procès-verbaux dressés par les inspecteurs de l'ASN depuis 2015.

CHAPITRE

04

LES SITUATIONS
D'URGENCE RADIOLOGIQUE
ET POST-ACCIDENTELLES



1 Anticiper P.174

- 1.1 Prévoir et planifier**
 - 1.1.1 Les plans d'urgence et les plans de secours relatifs aux installations nucléaires de base
 - 1.1.2 Les plans de réponse aux accidents de transport de substances radioactives
 - 1.1.3 La réponse aux autres situations d'urgence radiologique
 - 1.1.4 Maîtriser l'urbanisation autour des sites nucléaires
- 1.2 Les acteurs de la gestion des situations d'urgence**
 - 1.2.1 L'organisation locale
 - 1.2.2 L'organisation nationale
- 1.3 Protéger la population**
 - 1.3.1 Les actions de protection générale
 - 1.3.2 La prise en charge des personnes contaminées
- 1.4 Appréhender les conséquences à long terme**

2 Le rôle de l'ASN en situation d'urgence et post-accidentelle P.179

- 2.1 Les quatre missions essentielles de l'ASN
- 2.2 S'organiser en cas d'accident majeur

3 Exploiter les enseignements P.181

- 3.1 S'exercer
 - 3.1.1 Les exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique
- 3.2 Évaluer pour s'améliorer

4 Perspectives P.183

Les situations d'urgence radiologique et post-accidentelles

Les activités nucléaires sont exercées dans un cadre visant à prévenir les accidents, mais également à en limiter les conséquences. Malgré toutes les précautions prises, un accident ne peut jamais être exclu et il convient de prévoir, tester et réviser régulièrement les dispositions nécessaires à la gestion d'une [situation d'urgence radiologique](#).

Les [situations d'urgence radiologique](#), qui résultent d'un incident ou d'un accident risquant d'entraîner une émission de substances radioactives ou un niveau de radioactivité susceptible de porter atteinte à la santé publique, incluent ainsi :

- les situations d'urgence survenant dans une installation nucléaire de base (INB) ;
- les accidents de transport de substances radioactives ;
- les situations d'urgence survenant dans le domaine du nucléaire de proximité.

Les situations d'urgence affectant des activités nucléaires peuvent également présenter des risques non radiologiques, tels que l'incendie, l'explosion ou le rejet de substances toxiques.

Ces situations d'urgence font l'objet de dispositions matérielles et organisationnelles spécifiques, qui incluent les plans de secours et impliquent à la fois l'exploitant ou le responsable d'activité et les pouvoirs publics.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) participe à la gestion de ces situations pour les questions relatives au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

et, en se fondant notamment sur l'expertise de son appui technique l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)), est chargée des quatre missions suivantes :

- contrôler les dispositions prises par l'exploitant et s'assurer de leur pertinence ;
- conseiller les autorités sur les actions de protection des populations ;
- participer à la diffusion de l'information de la population et des médias ;
- assurer la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales sur la notification rapide et sur l'assistance.

Par ailleurs, à la demande du Premier ministre, l'ASN a mis en place dès 2005 un Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle ([Codirpa](#)) pour préparer, dans la continuité de la gestion d'une situation d'urgence radiologique, la gestion de la phase post-accidentelle. Ce comité a proposé au Gouvernement des [éléments de doctrine](#) relatifs aux périodes de sortie de la phase d'urgence, de transition et de long terme, publiés en novembre 2012.

Depuis, le Codirpa a réfléchi à de nouveaux éléments de doctrine qui s'appuient notamment sur les enseignements de l'accident survenu en mars 2011 à la centrale nucléaire de [Fukushima](#) au Japon et les exercices nationaux réalisés dans ce domaine. Ces travaux ont abouti à de nouvelles propositions de la stratégie de zonage des mesures de protection de la population, dans une logique de simplification et d'opérationnalité accrue.

1. Anticiper

La protection des populations vis-à-vis des risques occasionnés par les INB s'appuie sur plusieurs piliers :

- la réduction du risque à la source, pour laquelle l'exploitant doit prendre toutes les dispositions pour réduire les risques à un niveau aussi bas que possible dans des conditions économiquement acceptables ;
- les [plans d'urgence](#) et les plans de secours, visant à prévenir et limiter les conséquences d'un accident ;
- la maîtrise de l'urbanisation autour des INB ;
- l'information des populations.

1.1 Prévoir et planifier

1.1.1 Les plans d'urgence et les plans de secours relatifs aux installations nucléaires de base

Les plans d'urgence et de secours relatifs aux accidents survenant dans une INB définissent les dispositions nécessaires pour protéger le personnel du site, la population et l'environnement et pour maîtriser l'accident.

a) Le Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur

L'ASN a participé à l'élaboration du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur ([PNRANRM](#)), qui a été publié par le Gouvernement en février 2014. Le plan prend en compte les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima et la doctrine post-accidentelle établie

Exercice national de crise et gestes barrières au centre d'urgence de l'ASN



«*Exercice – exercice – exercice*». Nous avons été informés ce matin à 08h01, par le système d'alerte générale, qu'un incendie s'était déclaré sur la tranche 12 de la centrale nucléaire de Chinon. EDF a déclenché son plan d'urgence interne (PUI) incendie hors zone contrôlée à 08h01, puis son PUI sûreté radiologique à 9h52.»

Le 1^{er} décembre 2020, l'ASN a gréé son centre d'urgence à Montrouge dans le cadre d'un exercice national de crise sur la centrale nucléaire EDF de Chinon (Indre-et-Loire – 37). Cet exercice a notamment permis

de tester l'adaptation de l'organisation de crise de l'ASN aux contraintes justifiées par le contexte sanitaire.

Afin de respecter les consignes sanitaires et protéger les agents, de nombreuses mesures ont été mises en place. Le gréement du centre d'urgence a été restreint pour permettre une distanciation physique entre les équipiers de crise et les déplacements au sein du centre de crise ont été limités au strict nécessaire avec des audioconférences délocalisées hors du centre d'urgence. La cellule chargée des relations internationales a également été gréée «à distance». Enfin, aucun observateur n'a pu assister à l'exercice pour limiter le nombre de personnes sur site.

Des masques et du gel hydroalcoolique étaient à disposition des équipes tout au long de la journée et de nombreuses désinfections des postes de travail et séquences d'aération ont été réalisées tout au long de la journée.

Au niveau local, la division d'Orléans s'est également mobilisée dans un format restreint avec notamment l'envoi d'un agent qui a rejoint le centre opérationnel départemental de la préfecture d'Indre-et-Loire qui lui aussi a été gréé *a minima*. Afin de limiter les risques de contamination, aucun agent ne s'est rendu sur le site de la centrale de Chinon.

04

par le [Codirpa](#) en 2012. Il précise l'organisation nationale en cas d'accident nucléaire, la stratégie à appliquer et les principales actions à prendre. Il intègre la dimension internationale des crises et les possibilités d'assistance mutuelle en cas d'événement.

b) Les plans particuliers d'intervention

Au voisinage de l'installation, le plan particulier d'intervention (PPI) est établi par le préfet du département concerné en application des [articles L. 741-6, R. 741-18 et suivants du code de la sécurité intérieure](#), «*en vue de la protection des populations, des biens et de l'environnement, pour faire face aux risques particuliers liés à l'existence d'ouvrages et d'installations dont l'emprise est localisée et fixe. Le PPI met en œuvre les orientations de la politique de sécurité civile en matière de mobilisation de moyens, d'information et d'alerte, d'exercice et d'entraînement*». Ces articles précisent également quelles sont les caractéristiques des installations ou ouvrages pour lesquels le préfet doit obligatoirement définir un PPI.

Le PPI précise les premières actions de protection de la population à mettre en œuvre, les missions des différents services concernés, les schémas de diffusion de l'alerte et les moyens matériels et humains susceptibles d'être engagés pour la protection des populations.

Le PPI s'inscrit dans le dispositif de l'Organisation de la réponse de sécurité civile (Orsec), qui décrit les actions de protection mises en œuvre par les pouvoirs publics lors de crises de grande ampleur. Ainsi, au-delà du périmètre d'application du PPI, le dispositif Orsec départemental ou zonal est mis en œuvre. L'ASN apporte son concours au préfet, responsable de l'élaboration et de l'approbation du PPI, en analysant, avec l'aide de son appui technique l'IRSN, différents éléments dont ceux relatifs à la nature et l'ampleur des conséquences radiologiques d'un accident.

Les PPI permettent actuellement de planifier la réponse des pouvoirs publics dans les premières heures de l'accident pour protéger la population résidant jusqu'à une distance de 20 km autour du réacteur affecté. Cette distance a été portée de 10 à 20 km à la suite de la publication par le ministère de l'Intérieur le [3 octobre 2016 d'une instruction relative à la réponse à](#)

[un accident nucléaire ou radiologique majeur](#) – «*Évolution de la doctrine nationale pour l'élaboration ou la modification des PPI autour des centrales nucléaires exploitées par EDF*». En 2017, il a publié un guide à destination des préfetures afin de décliner cette instruction en mettant à jour les PPI des centrales nucléaires pour tenir compte des évolutions, notamment la préparation d'une évacuation «immédiate» dans un rayon de 5 km, l'intégration dès la phase d'urgence de restrictions de consommation et l'extension du rayon PPI des centrales nucléaires à [20 km](#).

Les PPI comprennent une phase dite «réflexe» prévoyant l'alerte immédiate par l'exploitant des populations situées dans un rayon de 2 km autour de l'installation, et leur mise à l'abri et à l'écoute. Les actions supplémentaires qui seraient à mettre en place au-delà de la zone faisant l'objet du PPI sont précisées, le cas échéant, dans le cadre d'une approche concertée qui peut reposer sur le dispositif Orsec, tenant compte des caractéristiques de l'accident et des conditions météorologiques.

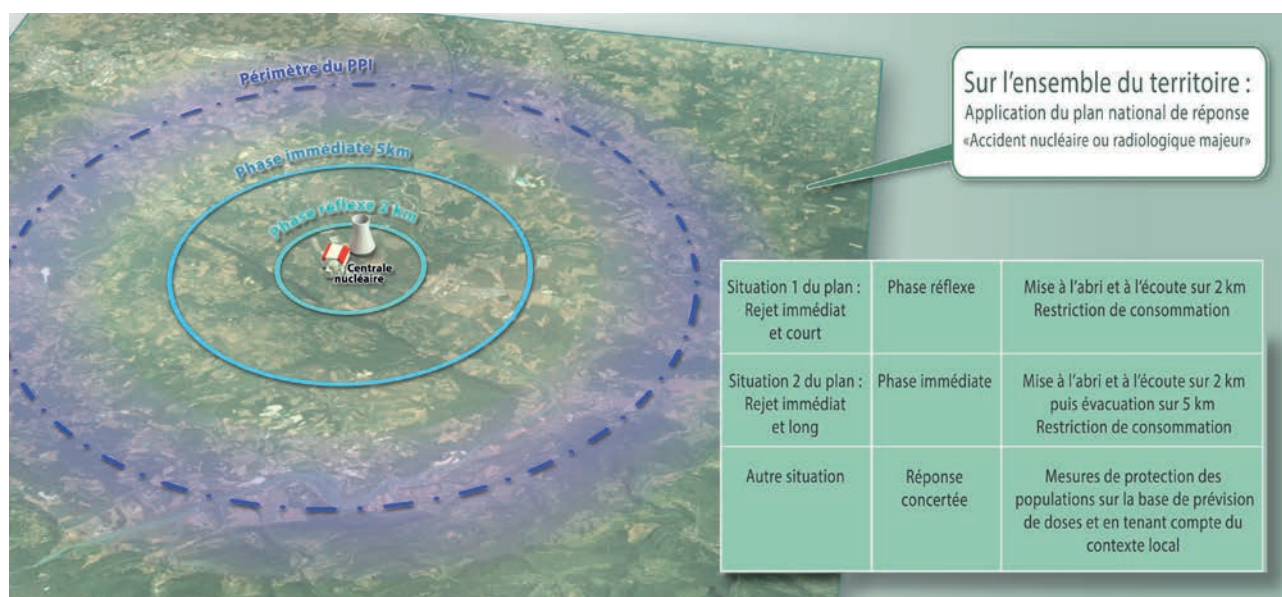
c) Les plans d'urgence interne

Dans le cadre des procédures d'autorisation de mise en service des INB, l'ASN instruit et approuve les plans d'urgence interne (PUI) ainsi que leur mise à jour ([article R. 593-31 du code de l'environnement](#)).

Le PUI, établi par l'exploitant, a pour objet de ramener l'installation dans un état maîtrisé et stable et de limiter les conséquences de l'événement. Il précise l'organisation et les moyens à mettre en œuvre sur le site. Il comprend également les dispositions permettant d'informer rapidement les pouvoirs publics. Les obligations de l'exploitant en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence sont définies par le titre VII de l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB. Les dispositions associées ont été précisées par la [décision n° 2017-DC-0592 de l'ASN du 13 juin 2017](#) relative aux obligations des exploitants d'INB en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence et au contenu du plan d'urgence interne, dite [décision «urgence»](#), homologuée par l'arrêté du 28 août 2017.

SCHÉMA 1

Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur



1.1.2 Les plans de réponse aux accidents de transport de substances radioactives

Les [transports de substances radioactives](#) représentent près d'un million de colis transportés en France chaque année. D'un colis à l'autre, les dimensions, la masse, l'activité radiologique et les enjeux de sûreté associés peuvent fortement varier.

L'ASN instruit et approuve les plans de gestion des événements liés au transport de substances radioactives élaborés par les intervenants dans le transport de telles substances en application du règlement international du transport de matières dangereuses. Ces plans décrivent les dispositions qui doivent être prises selon la nature et l'ampleur des dangers prévisibles, afin d'éviter les dommages et, le cas échéant, d'en minimiser les effets. Le contenu de ces plans est défini dans le [Guide n° 17 de l'ASN](#).

Pour faire face à l'éventualité d'un accident de transport de substances radioactives, chaque préfet de département doit inclure dans sa déclinaison du PNRANRM, un volet consacré à ce type d'accident, le plan Orsec-TMR (transport de matières radioactives). Au vu de la diversité des transports possibles, ce volet définit des critères et des actions simples permettant aux premiers intervenants (service départemental d'incendie et de secours, et forces de l'ordre notamment), à partir des constats faits sur les lieux de l'accident, d'engager de façon réflexe les premières actions de protection des populations et de diffuser l'alerte.

1.1.3 La réponse aux autres situations d'urgence radiologique

En dehors des incidents ou accidents qui affecteraient des installations nucléaires ou un transport de substances radioactives, les situations d'urgence radiologique peuvent aussi survenir :

- dans l'exercice d'une activité nucléaire à finalité médicale, de recherche ou industrielle ;
- en cas de dissémination volontaire ou involontaire de substances radioactives dans l'environnement ;
- à l'occasion de la découverte de sources radioactives dans des lieux non prévus à cet effet.

Il est alors nécessaire d'intervenir afin de limiter le [risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants](#). L'ASN a ainsi élaboré, en liaison avec les ministères et les intervenants

concernés, la [circulaire DGSNR/DHOS/DDSC n° 2005/1390](#) du 23 décembre 2005 relative aux principes d'intervention en cas d'événement susceptible d'entraîner une situation d'urgence radiologique hors situations couvertes par un plan de secours ou d'intervention. Celle-ci complète les dispositions de la [directive interministérielle du 7 avril 2005](#) sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique présentée au point 1.3 et définit les modalités d'organisation des services de l'État pour ces situations.

Devant la multiplicité des émetteurs possibles d'une alerte et des circuits d'alerte associés, un guichet unique centralise toutes les alertes et les transmet à l'ensemble des acteurs : il s'agit du centre de traitement de l'alerte centralisé des sapeurs-pompiers Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours – Centre de traitement de l'alerte (Codis-CTA), joignable par le 18 ou le 112.

La gestion des accidents d'origine malveillante qui surviendraient à l'extérieur des INB ne relève pas de cette circulaire, mais du [plan Pirate NRBC](#) (nucléaire, radiologique, biologique ou chimique).

1.1.4 Maîtriser l'urbanisation autour des sites nucléaires

La maîtrise de l'urbanisation vise à limiter les conséquences d'un accident sur la population et les biens. Une telle démarche est ainsi mise en œuvre, depuis 1987, autour des installations industrielles non nucléaires et a été renforcée depuis l'accident de l'usine AZF survenu à Toulouse en 2001. La [loi n° 2006-686 du 13 juin 2006](#) relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN », désormais codifiée aux [livres I^{er} et V du code de l'environnement](#)) permet aux pouvoirs publics de maîtriser l'urbanisation autour des INB, par l'instauration de servitudes d'utilité publique limitant ou interdisant les nouvelles constructions à proximité de ces installations. Compte tenu des spécificités de la gestion de crise nucléaire ou radiologique et des risques considérés, les dispositions retenues pour les INB pourraient être plus sévères que pour les installations classées pour la protection de l'environnement ([ICPE](#)) et conduire à des mesures plus contraignantes.

La démarche de maîtrise de l'urbanisation relève de responsabilités partagées entre l'exploitant, les maires et l'État :

- l'exploitant est responsable de ses activités et des risques associés ;
- le maire est responsable de l'élaboration des documents d'urbanisme et de la délivrance des permis de construire ;
- le préfet informe les maires des risques existants, exerce le contrôle de légalité sur les actes des communes et peut imposer des restrictions d'usage.

L'ASN fournit les éléments techniques pour caractériser le risque et propose son appui au préfet pour l'accompagner dans la démarche de maîtrise de l'urbanisation.

La démarche actuelle de maîtrise des activités autour des installations nucléaires concerne exclusivement celles faisant l'objet d'un PPI et vise en premier lieu à préserver le caractère opérationnel des plans de secours, notamment pour la mise à l'abri et l'évacuation, en limitant autant que faire se peut la population concernée. Elle se concentre sur la zone « réflexe » des PPI, établie dans le cadre de la [circulaire du 10 mars 2000](#) portant révision des PPI relatifs aux INB et dont la pertinence a été confirmée par l'[instruction du 3 octobre 2016](#). Dans cette zone « réflexe », des actions immédiates de protection des populations sont mises en œuvre en cas d'accident à déroulement rapide.

Une [circulaire du ministère chargé de l'environnement du 17 février 2010](#) relative à la maîtrise des activités au voisinage des INB susceptibles de présenter des dangers à l'extérieur du site a demandé aux préfets d'exercer une vigilance accrue sur le développement de l'urbanisation à proximité des installations nucléaires. Cette circulaire précise qu'il est nécessaire de porter la plus grande attention aux projets sensibles en raison de leur taille, de leur destination ou des difficultés qu'ils occasionneraient en matière de protection des populations dans la zone « réflexe ».

L'ASN est consultée sur des projets de construction ou d'urbanisme situés à l'intérieur de cette zone. Les avis rendus s'appuient sur les principes explicités dans le [Guide n° 15 de l'ASN](#) relatif à la maîtrise des activités autour des INB, publié en 2016. Ce guide, élaboré par un groupe de travail pluraliste copiloté par l'ASN et la Direction générale de la prévention des risques (DGPR), associant des élus et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli), se fonde sur les objectifs suivants :

- préserver le caractère opérationnel des plans de secours ;
- privilégier un développement territorial au-delà de la zone « réflexe » ;
- permettre un développement maîtrisé et répondant aux besoins de la population résidente.

1.2 Les acteurs de la gestion des situations d'urgence

L'organisation des pouvoirs publics en cas d'accident nucléaire ou radiologique majeur est fixée par un ensemble de textes relatifs à la sûreté nucléaire, la radioprotection, l'ordre public, la sécurité civile et les plans d'urgence.

La [loi n° 2004-811 du 13 août 2004](#) relative à la modernisation de la sécurité civile prévoit un recensement actualisé des risques, la rénovation de la planification opérationnelle, la réalisation d'exercices qui impliquent la population, l'information et la formation de la population, la veille opérationnelle et l'alerte. Plusieurs décrets d'application de cette loi, codifiés dans le code de la sécurité intérieure aux [articles L. 741-1 à L. 741-32](#) relatifs notamment aux plans Orsec et aux PPI, sont venus la préciser en 2005.

La prise en compte des situations d'urgence radiologique est précisée dans la [directive interministérielle du 7 avril 2005](#) sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique (voir schéma 1).

Ainsi, au plan national, l'ASN participe activement aux travaux interministériels relatifs à la gestion d'une crise nucléaire.

L'[accident survenu à Fukushima](#) a montré qu'il est nécessaire de mieux se préparer à la survenue d'un accident aux facettes multiples (catastrophe naturelle, accident affectant simultanément plusieurs installations). Ainsi, les organisations mises en place doivent être robustes et capables de gérer dans la durée une crise de grande ampleur. Les interventions sous rayonnements ionisants doivent être mieux anticipées et, pour permettre d'apporter un appui efficace au pays affecté, les relations internationales améliorées.

1.2.1 L'organisation locale

Plusieurs acteurs sont habilités à prendre localement des décisions en situation d'urgence :

- l'exploitant de l'installation nucléaire accidentée met en œuvre l'organisation et les moyens définis dans son PUI (voir point 1.1.1) ;
- l'ASN a un rôle de contrôle des actions de l'exploitant en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. En situation d'urgence, elle s'appuie sur les évaluations de l'IRSN et peut à tout moment prescrire à l'exploitant les évaluations et les actions qu'elle juge nécessaires ;
- le préfet du département où se trouve l'installation prend les décisions nécessaires pour assurer la protection de la population, de l'environnement et des biens menacés par l'accident. Il agit dans le cadre du PPI, des plans Orsec ou du plan de protection externe en cas d'acte de malveillance. À ce titre, il est responsable de la coordination des moyens engagés dans le PPI, publics et privés, matériels et humains. Il veille à l'information des populations et des maires. L'ASN assiste le préfet pour la gestion de la situation ;
- le préfet de zone de défense et de sécurité est chargé de coordonner les renforts et les soutiens nécessaires au préfet de département, d'assurer la cohérence interdépartementale des actions et de coordonner la communication territoriale avec la communication nationale ;
- le maire de la commune, par sa proximité, joue un rôle important dans l'anticipation et l'accompagnement des actions de protection des populations. À ce titre, le maire d'une commune comprise dans le champ d'application d'un PPI doit établir et mettre en œuvre un plan communal de sauvegarde pour prévoir, organiser et structurer les mesures d'accompagnement des décisions du préfet. Il est également un relais d'information et de sensibilisation auprès des populations, en particulier lors des campagnes de distribution de comprimés d'iode.

1.2.2 L'organisation nationale

En situation d'urgence radiologique, chaque ministère est responsable, en lien avec ses services déconcentrés, de la préparation et de l'exécution des dispositions de niveau national relevant de son champ de compétences.

En cas de crise majeure nécessitant la coordination de nombreux acteurs, une organisation de crise gouvernementale est mise en place, sous la direction du Premier ministre, avec l'activation de la cellule interministérielle de crise (CIC). Cette cellule vise à centraliser et analyser les informations en vue de préparer les décisions stratégiques et de coordonner leur mise en œuvre à l'échelle interministérielle. Elle rassemble :

- tous les ministères concernés ;
- l'autorité de sûreté compétente et son appui technique l'IRSN ;
- les représentants de l'exploitant ;
- des administrations ou établissements publics apportant leur concours, comme Météo-France.

1.3 Protéger la population

Les actions de protection des populations durant la phase d'urgence ainsi que les premières actions menées au titre de la phase post-accidentelle visent à protéger les populations de l'exposition aux rayonnements ionisants et aux substances chimiques et toxiques éventuellement présentes dans les rejets. Ces actions sont mentionnées dans les PPI.

1.3.1 Les actions de protection générale

En cas d'accident nucléaire ou radiologique majeur, [plusieurs actions](#) peuvent être envisagées par le préfet pour protéger la population :

- la mise à l'abri et à l'écoute: les personnes concernées, alertées par une sirène, se mettent à l'abri chez elles ou dans un bâtiment, toutes ouvertures closes, et y restent à l'écoute des consignes du préfet transmises par les médias;
- l'ingestion de comprimés d'iode stable: sur ordre du préfet, les personnes susceptibles d'être exposées à des rejets d'iodes radioactifs sont invitées à ingérer la dose prescrite de comprimés d'iode;
- l'évacuation: en cas de menace de rejets radioactifs importants, le préfet peut ordonner l'évacuation. Les populations sont alors invitées à préparer un bagage, mettre en sécurité leur domicile et le quitter pour se rendre au point de rassemblement le plus proche.

L'[ingestion de comprimés d'iode stable](#) permet de saturer la glande thyroïde et de la protéger des effets cancérigènes des iodes radioactifs.

La [circulaire du 27 mai 2009](#) définit les principes régissant les responsabilités respectives de l'exploitant d'une INB et de l'État en matière de distribution de comprimés d'iode.

Cette circulaire prévoit que l'exploitant, en tant que responsable de la sûreté de ses installations, finance les campagnes d'information du public au sein du périmètre PPI et assure une distribution préventive des comprimés d'iode stable de façon permanente et gratuite en s'appuyant sur le réseau des pharmacies.

La campagne nationale de mise à disposition de comprimés d'iode auprès des populations situées dans la zone couverte par les PPI entre 10 et 20 km autour des centrales nucléaires a été lancée en septembre 2019.

Au-delà de la zone couverte par le PPI, des stocks de comprimés sont constitués afin de couvrir le reste du territoire national. À cet égard, les ministres chargés de la santé et de l'intérieur ont décidé la constitution de stocks de comprimés d'iode mis en place et gérés par [Santé publique France](#) (reprenant notamment les missions antérieurement dévolues à l'Établissement de préparation et de réponse aux urgences sanitaires). Chaque préfet définit dans son département les modalités de distribution à la population en s'appuyant en particulier sur les maires.

Ce dispositif est décrit dans une [circulaire du 11 juillet 2011](#) relative au dispositif de stockage et de distribution des comprimés d'iodure de potassium hors des zones couvertes par un PPI. En application de cette circulaire, les préfets ont mis en place des plans de distribution des comprimés d'iode stable en situation d'urgence radiologique qui peuvent faire l'objet d'exercices dans le cadre de la déclinaison territoriale du PNRANRM.

Le préfet peut également prendre des mesures d'interdiction de consommation des denrées alimentaires susceptibles d'avoir été contaminées par des substances radioactives dès la phase d'urgence (tant que l'installation n'est pas revenue à un état maîtrisé et stable).

Ces mesures, prises avant la fin des rejets, ont pour objectif de faciliter la gestion de la phase post-accidentelle. En effet, une fois que les rejets sont terminés et que l'installation est revenue dans un état stable, de nouvelles actions de protection des populations sont décidées en fonction des dépôts de matières radioactives dans l'environnement. Selon le niveau de radioactivité ambiante, il pourra s'agir :

- d'un éloignement des populations pour une durée, plus ou moins longue ;
- de restrictions relatives à l'autoconsommation de denrées alimentaires produites localement ;
- de contrôles des denrées produites avant commercialisation, en accord avec les niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive définis au niveau européen pour le commerce des denrées alimentaires.

1.3.2 La prise en charge des personnes contaminées

Dans le cas d'une situation d'urgence radiologique, un nombre important de personnes pourraient être contaminées par des radionucléides. La prise en charge de ces personnes devra être réalisée par des équipes de secours dûment formées et équipées pour ce type d'opération.

La [circulaire du 18 février 2011](#) relative à la doctrine nationale d'emploi des moyens de secours et de soins face à une action terroriste utilisant des substances radioactives. Ces dispositions, qui s'appliquent également à un accident nucléaire ou radiologique, visent à mettre en œuvre, sur l'ensemble du territoire national, une méthodologie unifiée d'emploi des moyens afin d'en optimiser l'efficacité.

Le [Guide national d'intervention médicale en cas d'événement nucléaire ou radiologique](#) publié en 2008, dont la rédaction a été coordonnée par l'ASN, vient accompagner la [circulaire DHOS/HFD/DGSNR n° 2002/277 du 2 mai 2002](#) relative à l'organisation des soins médicaux en cas d'accident nucléaire ou radiologique, en rassemblant toutes les informations utiles pour les intervenants médicaux chargés du rassemblement et du transport des blessés ainsi que pour les personnels hospitaliers. Sous l'égide du Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale ([SGDSN](#)), une nouvelle version de ce guide prenant en compte l'évolution de certaines pratiques est en cours d'élaboration.

1.4 Appréhender les conséquences à long terme

La phase post-accidentelle concerne le traitement dans le temps des conséquences d'une contamination durable de l'environnement par des substances radioactives après un accident nucléaire. Elle recouvre le traitement des diverses conséquences (économiques, sanitaires, environnementales et sociales) par nature complexes, qui devraient être traitées sur le court, le moyen, voire le long terme, en vue d'un retour à une situation jugée acceptable.

Les conditions de remboursement des dommages consécutifs à un accident nucléaire sont actuellement prévues par la [loi n° 68-943 du 30 octobre 1968](#) modifiée relative à la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire. La France a par ailleurs ratifié les protocoles signés le 12 février 2004 qui ont renforcé les conventions de Paris du 29 juillet 1960 et de Bruxelles du 31 janvier 1963 relatives à la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire. Ces protocoles et les mesures nécessaires à leur application sont codifiés dans le code de l'environnement ([section I du chapitre VII du titre IX du livre V](#)). Ces dispositions et les nouveaux seuils de responsabilité fixés par les deux protocoles sont entrés en vigueur en février 2016, en application de la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition

énergétique pour la croissance verte (loi TECV). Un [arrêté du 19 août 2016](#) fixe la liste des sites bénéficiant d'un montant de responsabilité réduit pour ceux où les risques sont limités.

Dans le cadre de la poursuite de ses réflexions concernant la gestion de la phase post-accidentelle, le [Codirpa](#), mis en place par l'ASN en 2005 à la demande du Premier ministre, a travaillé pour prendre en compte les enseignements de la [gestion post-accidentelle](#) mise en œuvre au Japon après la catastrophe de Fukushima, mais aussi le retour d'expérience des exercices de crise.

À l'issue de ces travaux, le Codirpa a proposé plusieurs [recommandations](#) d'évolution de la doctrine post-accidentelle, recommandations que l'ASN a transmises au Premier ministre qui les a acceptées en juin 2020. La principale d'entre elles consiste en une simplification du zonage post-accidentel servant de base aux mesures de protection de la population :

- pour protéger la population du risque d'exposition externe, il est proposé de maintenir le périmètre d'éloignement des populations (zone non habitable), sur la base d'une valeur de dose efficace annuelle de 20 millisievert par an (mSv/an) pour la première année, due à la seule exposition externe. La consommation et la vente des denrées produites localement seraient interdites au sein de cette zone ;
- pour limiter l'exposition de la population au risque de contamination par ingestion, un périmètre de non-consommation des denrées fraîches produites localement est proposé. Dans un premier temps, ce périmètre serait défini à partir du plus grand des périmètres de protection de la population (mise à l'abri, prise d'iode, etc.) établi lors de la phase d'urgence. Il serait ensuite affiné à partir des mesures de contamination environnementale et des modélisations disponibles ;

- concernant la commercialisation des denrées alimentaires produites localement, le Codirpa propose la mise en place d'une approche territorialisée par filière de production agricole et d'élevage, s'appuyant sur les niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive définis au niveau européen pour le commerce des denrées alimentaires.

En outre, pour répondre à la demande d'accompagnement des initiatives de transfert des éléments de la doctrine vers le niveau territorial, le Codirpa a mis en place un groupe de travail impliquant de nombreuses associations (dont l'[Anccli](#)), l'IRSN, mais aussi des représentants d'administrations nationales et déconcentrées. Les travaux engagés ont permis d'aboutir :

- à la création d'un site internet Anccli/ASN/IRSN de sensibilisation au post-accident ([post-accident-nucleaire.fr](#)). Ce site permet aux élus, aux professionnels de santé, aux associations, aux personnels de l'éducation et aux acteurs économiques de trouver des documents et informations utiles pour préparer ou gérer la vie sur un territoire contaminé par un accident nucléaire ;
- à la publication d'un guide pratique destiné aux habitants d'un territoire contaminé par un accident nucléaire ;
- à une foire aux questions/réponses établie avec et pour les professionnels de santé sur les domaines de la santé et de la vie courante.

Ce premier travail d'information sera poursuivi sur le long terme, le site internet de sensibilisation au post-accident ayant vocation à être enrichi à l'avenir par les productions du Codirpa relatives à l'information des parties prenantes du post-accident, dans une logique d'accompagnement de ces derniers.

2. Le rôle de l'ASN en situation d'urgence et post-accidentelle

2.1 Les quatre missions essentielles de l'ASN

En situation d'urgence, l'ASN, avec l'appui de l'IRSN, a pour missions :

- de contrôler les dispositions prises par l'exploitant et de s'assurer de leur pertinence ;
- de conseiller les autorités quant aux actions de protection des populations ;
- de participer à la diffusion de l'information de la population et des médias ;
- d'assurer la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales sur la notification rapide et sur l'assistance.

Le contrôle des dispositions prises par l'exploitant

De même qu'en situation normale l'ASN exerce en situation accidentelle sa mission d'autorité de contrôle. Dans ce contexte particulier, l'ASN s'assure que l'exploitant exerce pleinement ses responsabilités pour maîtriser l'accident, en limiter les conséquences et informer rapidement et régulièrement les pouvoirs publics. Elle s'appuie sur l'expertise de l'IRSN et peut à tout moment prescrire à l'exploitant des évaluations ou des actions rendues nécessaires, sans pour autant se substituer à celui-ci dans la conduite technique.

Le conseil aux préfets de département et de zone et au Gouvernement

La décision du préfet sur les dispositions à prendre pour assurer la protection de la population en situations d'urgence radiologique et post-accidentelles dépend des conséquences effectives ou prévisibles de l'accident autour du site. De par la loi, il appartient à l'ASN de faire des recommandations au

préfet et au Gouvernement, en intégrant l'analyse de l'IRSN. Cette analyse porte à la fois sur le diagnostic de la situation (compréhension de la situation de l'installation accidentée, analyse des conséquences pour l'homme et l'environnement) et sur le pronostic (évaluation des développements possibles et en particulier des rejets radioactifs). Ces recommandations portent notamment sur les actions à mettre en œuvre pour la protection des populations en phase d'urgence et en phase post-accidentelle.

La diffusion de l'information

L'ASN intervient dans la diffusion de l'information auprès :

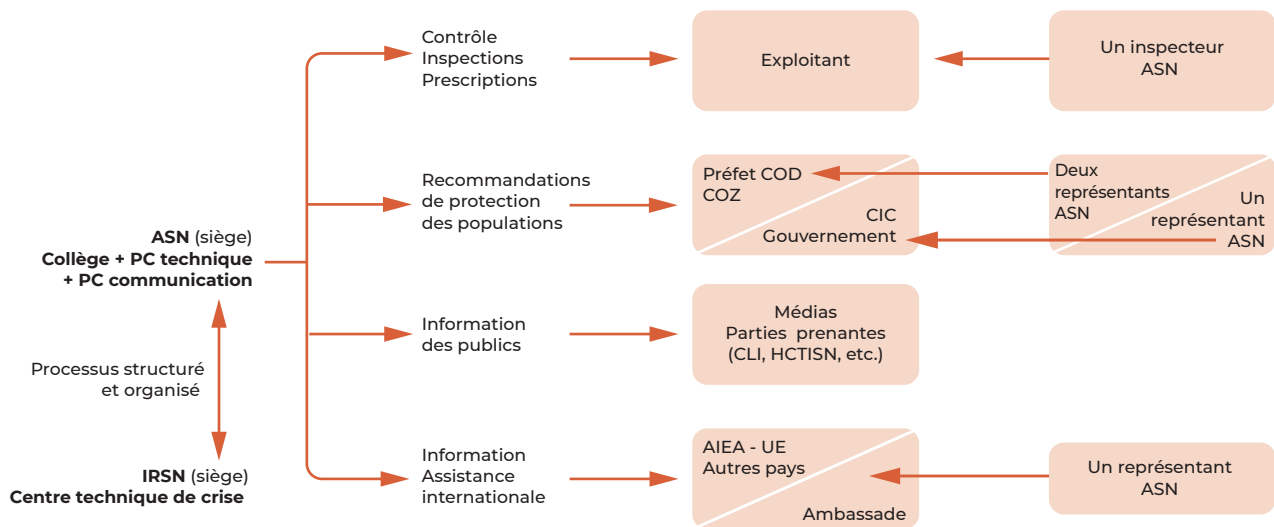
- des médias et du public : publication de communiqués et conférences de presse ; il importe que cette action soit coordonnée avec les autres entités amenées à communiquer (préfets, exploitants aux niveaux local et national, etc.) ;
- des acteurs institutionnels et associatifs : collectivités locales, ministères, préfetures, autorités politiques, directions générales des administrations, Anccli, commissions locales d'information, etc. ;
- des organismes de sûreté étrangers.

La fonction d'autorité compétente au sens des conventions internationales

Le code de l'environnement prévoit que l'ASN assure la mission d'[autorité compétente](#) au titre des conventions internationales de 1986 sur la notification rapide et sur l'assistance. À ce titre, elle réalise le recueil et la synthèse d'informations en vue d'assurer ou de recevoir les notifications et transmettre les informations prévues par ces conventions aux organisations internationales (Agence internationale de l'énergie atomique – [AIEA](#), et Union européenne) et aux pays concernés par d'éventuelles conséquences sur leur territoire, en lien avec le ministère chargé des affaires étrangères.

SCHÉMA 2

Rôle de l'ASN en situation de crise nucléaire



COD : Centre opérationnel départemental – COZ : Centre opérationnel de zone – CIC : Cellule interministérielle de crise – CICNR : Comité interministériel aux crises nucléaires ou radiologiques – CLI : Commission locale d'information – HCTISN : Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire – PC : Poste de commandement

2.2 S'organiser en cas d'accident majeur

L'organisation de crise de l'ASN mise en place en cas d'accident majeur comprend notamment :

- la participation d'agents de l'ASN aux différentes cellules de la CIC ;
- la mise en place au plan national d'un [centre d'urgence](#) situé à Montrouge (Île-de-France) organisé autour d'un directeur de crise et de différentes cellules spécialisées :
 - une cellule « gestion de l'information et coordination » chargée d'apporter un appui au directeur de crise ;
 - une cellule logistique ;
 - une cellule « sûreté » chargée de comprendre et d'évaluer l'événement en cours ;
 - une cellule « protection des personnes, de l'environnement et des biens » chargée notamment de proposer les actions de protection des populations ;
 - une cellule « communication interne et externe » ;
 - une cellule « relations internationales » ;
 - une cellule « anticipation ».

Le fonctionnement du centre d'urgence est régulièrement testé lors des [exercices nationaux de crise](#) et est activé en situation réelle, à l'occasion d'incidents ou d'accidents. Au plan local, des représentants de l'ASN se rendent auprès des préfets de département et de zone pour les appuyer dans leurs décisions et leurs actions de communication. Des inspecteurs de l'ASN peuvent également se rendre sur le site accidenté ; d'autres participent à la gestion de la crise au siège de la division territoriale impliquée.

Le retour d'expérience de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima amène par ailleurs l'ASN à envisager d'envoyer, si nécessaire, l'un de ses représentants auprès de l'ambassade de France dans le pays où surviendrait un accident nucléaire.

En 2020, le centre d'urgence national a été créé à trois reprises, pour un exercice national et deux situations réelles. En effet, compte tenu de la crise sanitaire, les exercices prévus en 2020 n'ont pu se tenir excepté l'exercice sur la centrale nucléaire de Chinon en décembre, pour lequel les centres de crise des différents acteurs ont été créés *a minima*, avec des postes parfois à distance et dans le respect des gestes barrières (masques obligatoires, gel hydroalcoolique, relève organisée hors du centre

de crise, etc.). La programmation des exercices en 2021 et 2022 a été revue pour permettre le report de certains exercices annulés en 2020.

Le 21 février 2020 à 8h30, à la suite de l'intrusion de plusieurs individus à la limite de la zone protégée de la centrale du Tricastin dans la Drôme (26), l'équipe d'astreinte s'est mobilisée au centre d'urgence de Montrouge pour vérifier l'absence de conséquences sur la sûreté des installations auprès de l'exploitant.

L'ASN a été informée, le 30 juin 2020, d'un départ de feu dans le bâtiment réacteur, en démantèlement, de la centrale de Creys-Malville dans l'Isère (38). L'ASN a créé son centre d'urgence afin de suivre l'évolution de la situation et les actions menées par l'exploitant.

En outre, l'organisation de crise de l'ASN a été partiellement activée à plusieurs reprises en 2020.

Dans la nuit du jeudi 4 au vendredi 5 juin 2020, la centrale de Belleville-sur-Loire dans le Cher (18) a déclenché le système d'alerte générale de l'ASN en raison d'un incendie au sein du réacteur 2 (en dehors de la zone contrôlée) qui a conduit au déclenchement du PUI de l'établissement. Le 10 décembre 2020, l'ASN a été alertée par le système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique (*European Community Urgent Radiological Information Exchange* – ECURIE) de la détection d'un haut niveau de radioactivité dans le réacteur finlandais Olkiluoto 2.

Pour ces événements, sans pour autant créer le centre d'urgence, l'équipe d'astreinte de l'ASN s'est mobilisée à distance afin de recueillir les informations nécessaires au suivi de la situation et se tenir prête à intervenir si nécessaire.

Lors des exercices ou en cas de crise réelle, l'ASN est appuyée par une équipe d'analystes au centre technique de crise de l'IRSN.

Le système d'alerte de l'ASN permet la mobilisation de ses agents ainsi que des agents de l'IRSN. Ce système automatique envoie un signal d'alerte aux agents équipés d'un moyen de réception, dès son déclenchement à distance par l'exploitant de l'INB à l'origine de l'alerte. Il diffuse également l'alerte à des agents du SGDSN, de la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises, du Centre opérationnel de gestion interministérielle

des crises, de Météo-France et du Centre ministériel de veille opérationnel et d'alerte du ministère de la Transition écologique.

Un numéro vert d'urgence radiologique (0 800 804 135) permet également à l'ASN de recevoir les appels signalant des événements impliquant des sources de rayonnements ionisants utilisées hors des INB ou lors du transport de substances radioactives. Il est accessible 24 h/24, 7 j/7. Les informations fournies lors de l'appel sont transmises à l'équipe d'astreinte. En fonction de la gravité de l'événement, l'ASN peut activer son centre d'urgence à Montrouge en déclenchant le système d'alerte. Dans le cas contraire, seul l'[échelon local de l'ASN](#) (division concernée) intervient dans ses missions d'appui au préfet et de communication, en recourant au besoin à l'expertise des directions nationales. Afin de renforcer la gradation de la réponse et de l'organisation de l'ASN en cas de crise, pour des situations ne nécessitant pas le grèvement du centre d'urgence, le dispositif a été adapté pour prévoir la mise en place au niveau national d'une cellule d'appui pour soutenir la division concernée. Le format et les missions de cette cellule sont adaptés à chaque situation.

3. Exploiter les enseignements

3.1 S'exercer

L'objectif principal des [exercices d'urgence nucléaire et radiologique](#) est de tester le dispositif prévu en cas de situation d'urgence radiologique afin :

- de mesurer le niveau de préparation de toutes les entités impliquées (autorités de sûreté, experts techniques, exploitants) ;
- de s'assurer que les plans sont tenus à jour, connus des responsables et des intervenants à tous les niveaux et que les procédures d'alerte et de coordination qu'ils comportent sont opérantes ;
- d'entraîner les personnes qui seraient impliquées dans une telle situation ;
- de mettre en œuvre les différents aspects de l'organisation et les procédures prévues par les directives interministérielles : les plans d'urgence, les plans de secours, les plans communaux de sauvegarde et les diverses conventions ;
- de contribuer à l'information des médias et de développer une approche pédagogique destinée à la population, afin que chacun puisse concourir par son comportement à la sécurité civile ;
- de capitaliser les connaissances et expériences en matière de gestion des situations d'urgence.

Ces exercices, planifiés dans une instruction interministérielle annuelle, associent l'exploitant, les ministères, les préfetures et les services départementaux, l'ASN, l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), l'IRSN et Météo-France, ce qui peut représenter jusqu'à 300 personnes lorsque des moyens sont déployés sur le terrain. Ils visent à tester l'efficacité des dispositifs d'évaluation de la situation, la capacité à placer l'installation ou le colis dans un

état maîtrisé, à prendre les dispositions adéquates pour protéger les populations et à mettre en place une bonne communication vers les médias et les populations intéressées.

Depuis 2018, un [dispositif d'astreinte](#) permet de renforcer la robustesse et la réactivité de mobilisation et d'intervention des agents de l'ASN. Ce dispositif est resté opérationnel pendant toute l'année 2020, y compris durant les périodes de confinement.

Le schéma 2 présente de façon synthétique le rôle de l'ASN en situation d'urgence radiologique. Ce schéma fonctionnel illustre l'importance du représentant de l'ASN auprès du préfet, qui relaie et présente les recommandations provenant du centre d'urgence de l'ASN.

Le tableau 1 montre le positionnement des pouvoirs publics (le Gouvernement, l'ASN et les experts techniques) et des exploitants en situation d'urgence radiologique. Ces acteurs interviennent dans leurs champs de compétence respectifs relatifs à l'expertise, à la décision, à l'intervention et à la communication, pour lesquels des audioconférences régulières sont organisées. Les échanges entre les acteurs conduisent aux décisions et orientations relatives à la sûreté de l'installation et à la protection de la population. De même, les relations entre les cellules de communication et les porte-parole des centres de crise assurent la cohérence de l'information du public et des médias.

état maîtrisé, à prendre les dispositions adéquates pour protéger les populations et à mettre en place une bonne communication vers les médias et les populations intéressées.

3.1.1 Les exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique

Dans la continuité des années antérieures, l'ASN, en liaison avec le SGDSN, la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises et l'ASND, a préparé le programme 2020 des exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique concernant les INB et les transports de substances radioactives. Ce programme a été annoncé aux préfets par l'instruction interministérielle du 16 janvier 2020. Toutefois, ce programme a été fortement impacté par la crise sanitaire.

De façon générale, ces exercices permettent de tester les cercles décisionnels au plus haut niveau et la capacité de communication des principaux acteurs sur lesquels une pression médiatique simulée est parfois exercée.

Le tableau 2 décrit les caractéristiques essentielles des exercices nationaux menés en 2020.

Outre les exercices nationaux, les préfets sont invités à mener des exercices locaux pour les sites implantés dans leur département, afin d'approfondir la préparation aux situations d'urgence radiologique et tester spécialement les délais de mobilisation des acteurs.

La réalisation d'un exercice national d'urgence nucléaire et radiologique, selon une périodicité maximale de 5 ans sur les sites nucléaires soumis à un PPI et d'au moins un exercice annuel

TABEAU 1

Positionnement des différents acteurs en situation d'urgence radiologique

	DÉCISION	EXPERTISE	INTERVENTION	COMMUNICATION
Pouvoirs publics	Gouvernement (CIC) Préfet (COD, COZ)	–	Préfet (PCO) Sécurité civile	Gouvernement (CIC) Préfet (COD)
	ASN (PCT)	IRSN (CTC) Météo-France	IRSN (cellules mobiles)	ASN IRSN
Exploitants	Niveaux national et local	Niveaux national et local	Niveau local	Niveaux national et local

CIC: Cellule interministérielle de crise – COD: Centre opérationnel départemental – COZ: Centre opérationnel zonal – CTC: Centre technique de crise – PCO: Poste de commandement opérationnel – PCT: Poste de commandement technique

TABLEAU 2

Exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique civils réalisés en 2020

SITE NUCLÉAIRE	DATE DE L'EXERCICE	CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES
Centrale nucléaire du Tricastin (Drôme – 26)	21 février	Mobilisation de l'équipe d'astreinte au centre d'urgence avec respect des gestes barrières
Site EDF en démantèlement de Creys-Malville (Isère – 38)	30 juin	Départ de feu sur site Grèvement <i>a minima</i> et respect des gestes barrières
Centrale nucléaire EDF de Chinon (Indre-et-Loire – 37)	1 ^{er} décembre	Grèvement <i>a minima</i> et respect des gestes barrières Pression médiatique simulée à distance (interviews par téléphone)

concernant le transport de substances radioactives, apparaît comme un juste compromis entre l'objectif d'entraînement des personnes et le délai nécessaire pour faire évoluer les organisations.

En 2020, outre les objectifs généraux des exercices listés plus haut, des objectifs complémentaires ont été introduits dans la planification en intégrant les enseignements tirés des retours d'expérience, ainsi que les résultats des exercices et entraînements expérimentaux réalisés en 2019.

L'ASN s'investit également dans la préparation et la réalisation d'exercices de crise ayant un volet de sûreté nucléaire et organisés par d'autres acteurs tels que :

- ses homologues pour la sécurité nucléaire (Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité, auprès du ministre chargé de l'énergie) ou pour les installations relevant de la défense (ASND);
- les instances internationales (Agence internationale de l'énergie atomique, Commission européenne, Agence pour l'énergie nucléaire);
- les ministères de la Santé, de l'Intérieur, etc.

En août 2020, l'ASN a ainsi participé à un exercice RANET de l'AIEA. Organisé sur plusieurs jours et prenant pour site accidenté un réacteur en France, cet exercice, entièrement réalisé en distanciel, a notamment permis à l'ASN de tester les outils de notification et d'échange d'informations avec l'international en cas d'accident nucléaire sur le sol français. Une demande d'assistance de la France a également été envoyée à l'AIEA et la remontée de l'information des mesures effectuées sur le terrain par les différents acteurs internationaux ayant répondu à la demande d'assistance a été simulée.

L'expérience acquise au cours de ces exercices doit permettre aux agents de l'ASN de répondre plus efficacement aux situations d'urgence réelles.

3.2 Évaluer pour s'améliorer

Des réunions d'évaluation sont organisées immédiatement après chaque exercice dans chaque centre de crise et à l'ASN quelques semaines après l'exercice. L'ASN veille, avec les autres acteurs, à identifier les bonnes pratiques et les axes d'amélioration mis en évidence lors de ces exercices.

Ces réunions d'évaluation permettent aux acteurs de partager leur expérience dans le cadre d'une démarche participative. Elles ont notamment mis en évidence :

- l'importance d'avoir des scénarios les plus réalistes possible, en conditions météorologiques réelles, et suffisamment complexes techniquement pour nourrir le retour d'expérience;
- l'importance de la communication en situation d'urgence, en particulier pour informer au plus tôt le public et les autorités étrangères et éviter la propagation de rumeurs susceptibles d'empêcher une bonne gestion de la crise, en France comme à l'étranger;
- l'importance de fournir aux décideurs une vision claire des conséquences radiologiques sous forme de représentations cartographiques : l'outil dénommé Criter développé par l'IRSN permet la représentation des résultats de mesures de radioactivité dans l'environnement.



Centre d'urgence de l'ASN durant l'exercice de crise du 2 février 2021 sur le site Orano de La Hague

4. Perspectives

L'année 2020 a été marquée par la crise sanitaire.

Pour autant, l'ASN a maintenu à tout moment la disponibilité de son dispositif de gestion de crise, notamment grâce à son équipe d'astreinte restée disponible et joignable 24 h/24 et 7 j/7 et à l'adaptation de son centre d'urgence de Montrouge pour la prise en compte des consignes sanitaires (distance entre les postes de travail, masques obligatoires, postes à distance, etc.).

La plupart des exercices nationaux de crise nucléaire de l'année 2020 ayant été annulés, l'ASN a réalisé des mises en situation de son équipe d'astreinte afin de maintenir ses compétences, notamment dans les premières actions à mener lors du déclenchement d'une situation d'urgence radiologique. En outre, l'ASN accordera une vigilance accrue à la préparation à la gestion de situations d'urgence en 2021 en participant à tous les exercices nationaux et en renforçant ses efforts de formation interne et externe.

L'ASN a également veillé à ce que l'organisation de crise des exploitants reste pleinement opérationnelle en maintenant des réunions d'échanges régulières et vérifiant lors d'inspections l'effectivité des mesures prises en lien avec la Covid-19 (voir page 12 – Covid-19 en introduction de ce rapport).

Concernant la gestion de la phase post-accidentelle, les travaux du Codirpa se sont poursuivis à la suite de la réception du nouveau mandat donné par le Premier ministre pour les années 2020-2024. Ce nouveau mandat est l'occasion de faire évoluer les méthodes de travail du Codirpa afin de renforcer la contribution des acteurs locaux dans l'élaboration des recommandations faites par le comité au Gouvernement (voir page 28 – Faits marquants – Codirpa en introduction de ce rapport).

Enfin, l'ASN poursuivra ses actions d'information et d'accompagnement sur les évolutions de la doctrine post-accidentelle auprès de l'ensemble des parties prenantes (commissions locales d'information, exploitants, services de l'État, etc.).

CHAPITRE

05

L'INFORMATION DES PUBLICS



1 Développer les relations entre l'ASN et le public P.186

- 1.1 **Sensibilisation du grand public et développement d'une culture de radioprotection chez les citoyens**
 - 1.1.1 Le site Internet *asn.fr*
 - 1.1.2 Les réseaux sociaux
 - 1.1.3 L'exposition ASN-IRSN
 - 1.1.4 Le centre d'information de l'ASN
- 1.2 **L'ASN et les professionnels**
 - 1.2.1 Faire connaître la réglementation et faire progresser la culture de radioprotection
 - 1.2.2 Une plateforme pour faciliter les démarches en ligne
 - 1.2.3 Un bulletin pour partager les bonnes pratiques et des rencontres régulières
- 1.3 **L'ASN et les médias**
- 1.4 **Les relations de l'ASN avec les élus et les institutionnels**
- 1.5 **La coopération internationale dans le domaine de la communication**
- 1.6 **Les agents de l'ASN et l'information**

2 Renforcer le droit à l'information et la participation du public P.190

- 2.1 **L'information donnée par les exploitants**
- 2.2 **L'information donnée aux riverains d'installations nucléaires de base**
- 2.3 **La consultation du public sur les projets d'avis, de guides, de décisions**
 - 2.3.1 Consultation du public sur les projets de décisions réglementaires
 - 2.3.2 Consultation du public sur les projets de décisions individuelles
 - 2.3.3 Consultation d'instances particulières
 - 2.3.4 Consultation : pour une participation toujours plus large et riche des publics
- 2.4 **Les acteurs en matière d'information**
 - 2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire
 - 2.4.2 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
 - 2.4.3 Les commissions locales d'information ou de suivi
 - 2.4.4 L'Association nationale des comités et commissions locales d'information

05

L'information des publics

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) place l'information des publics au cœur de son activité. Les lois de 2006 sur la [transparence et la sécurité en matière nucléaire](#) et de 2015 sur la [transition énergétique pour la croissance verte](#) ont confié à l'ASN la mission de se prononcer sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. L'ASN [informe](#) donc tout au long de l'année les citoyens, les médias, le public institutionnel et les professionnels de la situation des installations nucléaires de base (INB) et des activités du nucléaire de proximité au regard des exigences de sûreté et de radioprotection. Elle présente l'ensemble de son activité de contrôle et les actions qu'elle engage dans ce cadre, diffuse largement et explique en tant que de besoin ses [décisions](#) et [positions](#). Elle publie après chaque inspection une [lettre de suite d'inspection](#) qui fait état de ses constats et recommandations à l'exploitant : près de 25 000 lettres de suite sont ainsi consultables en ligne. Elle édite également des notes, guides et rapports destinés aux [professionnels](#) et accessibles au public.

L'ASN favorise l'implication de la société civile et attache une grande importance à ce que les citoyens contribuent au maintien de la sûreté nucléaire et à la radioprotection : elle [consulte](#) par exemple les parties prenantes et le public sur ses projets de décisions. Pour cela, elle veille à ce que les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection soient compris du plus grand nombre, produit des [documents explicatifs](#) et s'efforce de rendre accessibles les problématiques les plus techniques.

En 2020, pour poursuivre son activité d'information des publics malgré les contraintes liées à la crise sanitaire, l'ASN a développé de nouvelles façons de partager l'information et d'échanger : conférences de presse à distance, présentation du rapport annuel en ligne, visioconférence des commissions locales d'information (CLI), auditions en ligne, etc. Tous ces moyens, associés à la mise en ligne de nouvelles ressources (films, exposition ASN-IRSN) et à une activité accrue sur les réseaux, ont permis de maintenir le dialogue, tout au long de l'année, avec les différents publics.

1. Développer les relations entre l'ASN et le public

1.1 Sensibilisation du grand public et développement d'une culture de radioprotection chez les citoyens

L'ASN s'investit pour que les citoyens disposent d'une bonne information sur le risque nucléaire et développent les bons réflexes de [radioprotection](#) en toute circonstance. Elle développe notamment une activité de prévention contre les risques d'exposition des personnels soignants et des patients dans le cadre des activités médicales impliquant des sources radioactives. À cette fin, l'ASN met au point des dispositifs de communication complets associant des publications sur papier, le site Internet, les réseaux sociaux, les relations presse, les rencontres et les échanges avec les parties prenantes.

1.1.1 Le site Internet [asn.fr](#)

Avec plus de 62 000 visites par mois en moyenne, le site [asn.fr](#) est au cœur du dispositif d'information des publics. Il soumet à la consultation la plupart des projets d'avis et de décisions. Le site Internet est également une source d'informations de référence pour les publics plus avertis : citoyens experts, membres d'associations environnementales et professionnels. Au total, ce sont plus de 2,5 millions de pages du site qui ont été vues en 2020.

Pour satisfaire aux besoins d'explication d'un large public, les formats des [publications](#) sont variés, et répondent aux nouvelles attentes, notamment sur les [réseaux sociaux](#). De nouveaux contenus pédagogiques sont régulièrement mis en ligne.

L'ASN prend le soin de traduire la plupart des notes d'information, communiqués et publications et contenus à fort enjeu. Ces [publications en langue anglaise](#) soutiennent l'action de l'ASN dans les grandes instances internationales et favorisent une vision concertée de la sûreté nucléaire et de la radioprotection à l'échelle mondiale.

Enfin, l'ASN adresse la [Lettre de l'Autorité de sûreté nucléaire](#), publication bimestrielle à plus de 5 000 abonnés. Cette publication propose une synthèse des faits d'actualité les plus notables et des informations relatives aux décisions et aux actions de l'ASN, y compris à l'international. La lettre d'information de l'ASN est envoyée sur simple inscription sur [asn.fr](#).

Par ailleurs, à la suite d'irrégularités découvertes à l'usine Creusot Forge en 2016, l'ASN a renforcé les mesures de prévention et de détection des fraudes dans le domaine nucléaire. Parmi ces mesures figure un dispositif de signalement facilement accessible : le site [asn.fr](#) s'est doté d'un formulaire sécurisé de recueil de ces signalements, garantissant la [protection des lanceurs d'alerte](#) et le traitement confidentiel des informations recueillies.

1.1.2 Les réseaux sociaux

Les contenus du site, consultables sur smartphones ou tablettes, sont également partagés sur les principaux médias sociaux (principalement [Twitter](#), [Facebook](#) et [LinkedIn](#)). Les fils d'actualité des comptes sociaux de l'ASN relaient les principales prises de position. Les temps forts auxquels participe l'ASN (auditions

parlementaires, réunions publiques) sont annoncés et peuvent être suivis en temps réel sur les réseaux sociaux.

Depuis 2011, les médias sociaux sont intégrés au dispositif de communication dans les exercices de crise et participent de la « pression médiatique simulée ». L'enjeu est de prendre en compte l'instantanéité des réactions, l'urgence du besoin d'information et la rapidité de la diffusion d'informations fausses ou tronquées. Dans ces situations d'urgence, simulées ou réelles, l'ASN veille à la cohérence, la rapidité et la clarté de l'information des publics, y compris lorsque plusieurs acteurs interviennent.

L'actualité de l'ASN est suivie et relayée aujourd'hui par plus de 13 000 abonnés sur Twitter, près de 25 000 sur LinkedIn et près de 4 000 sur Facebook.

1.1.3 L'exposition ASN-IRSN

Dans le cadre de leur mission d'information du public, l'ASN et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) ont créé des contenus pédagogiques pour développer les connaissances des lycéens, étudiants, salariés, personnels hospitaliers, patients, etc., et plus généralement des citoyens sur le nucléaire et la radioprotection.

Ces contenus existent actuellement sous plusieurs formes : une [exposition](#) d'environ 80 panneaux et des livrets pédagogiques. Ils ont pour vocation d'informer sur la radioactivité – qu'elle soit naturelle ou artificielle – ses usages, ses enjeux et ses effets sur l'homme et l'environnement. Pour toute information concernant ces contenus vulgarisés, les livrets et l'exposition, les demandes sont à adresser à info@asn.fr.

Fin 2020, un site rassemblant l'ensemble des ressources de l'[exposition ASN-IRSN](#) a été mis en ligne.



Exposition ASN-IRSN accessible à l'adresse : www.irsn.fr/expo-asn-irsn/Documents/index.html

1.1.4 Le centre d'information de l'ASN

Tout citoyen peut adresser à l'ASN des demandes d'information en ligne (à l'adresse info@asn.fr), par courrier et téléphone. En 2020, le centre d'information en ligne a répondu à plus de 600 sollicitations sur des questions diverses (questions techniques, demandes de transmission de documents administratifs, d'informations relatives à l'environnement, de publications, recherches documentaires, etc.).

Les campagnes d'information et de distribution de comprimés d'iode

Tous les 7 ans environ, une campagne d'information et de distribution de comprimés d'iode stable est menée auprès des populations riveraines des centrales nucléaires, sur toute la zone des PPI⁽¹⁾ (voir chapitre 4, point 1.1.1 b). Au-delà de cette distribution de comprimés d'iode stable, il s'agit de développer chez les citoyens la conscience du risque nucléaire et la connaissance des moyens pour s'en prémunir.

En 2019 a débuté la [campagne d'information et de distribution de comprimés d'iode](#) dans un rayon de 10 à 20 kilomètres (km) autour des centrales nucléaires à la suite de l'extension des PPI. Elle est complémentaire à la campagne de 2016-2017 qui concernait la zone 0-10 km. Conduite par le ministère de l'Intérieur, elle associe les ministères de la Santé et des Solidarités et de l'Éducation nationale, l'ASN, l'IRSN, les pharmaciens d'officine et les médecins généralistes, les maires, les commissions locales d'information (CLI) et EDF.

En janvier 2021, le taux de retrait de l'iode en pharmacie s'est établi à 85% pour les établissements scolaires et environ 25 % pour les particuliers. Ces résultats sont inférieurs à ceux de la précédente campagne (2016) bien que la population ait bénéficié du même dispositif d'information (courrier nominatif, relations presse, réseaux sociaux, N° Vert, site internet) ; ils peuvent s'expliquer par le caractère inédit de ce type d'opération dans ces territoires. L'iode stable est en effet distribué depuis 1997 dans la zone 0-10 km, mais seulement depuis septembre 2019 dans la zone 10-20 km. Un envoi des comprimés par voie



postale sera réalisé en début d'année 2021 au domicile des personnes ne les ayant pas retirés en pharmacie, conformément à ce qui a été fait lors des précédentes campagnes dans la zone 0-10 km.

L'ASN considère que le développement de la culture de radioprotection des populations résidant dans la zone 10-20 km est un axe de progrès majeur pour l'ensemble des acteurs et que des actions complémentaires doivent être engagées, sans attendre la prochaine campagne de distribution prévue en 2022.

** Plan particulier d'intervention : dispositif local mis en place par le préfet pour gérer les conséquences sur la population d'un accident survenant sur un site présentant des risques.*

1.2 L'ASN et les professionnels

L'ASN élabore des publications spécifiques, organise et participe à de nombreux colloques et séminaires afin de faire connaître la réglementation, de sensibiliser les professionnels aux responsabilités et aux enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection et, enfin, d'encourager la déclaration des événements significatifs.

1.2.1 Faire connaître la réglementation et faire progresser la culture de radioprotection

L'ASN considère qu'une réglementation claire s'appuyant sur les meilleurs standards de sûreté est un élément important pour le progrès de la sûreté des INB. Elle a ainsi entrepris depuis plusieurs années un important travail de [refonte de la réglementation technique et générale applicable aux INB](#), en veillant toujours à la clarté et à la complétude des informations délivrées aux professionnels en matière réglementaire. Il en est de même pour la radioprotection des travailleurs et des patients, dans le domaine médical et dans l'industrie: l'ASN met à la disposition de tous des guides, fiches pratiques et recueils de référence.

La revue *Contrôle* et Les cahiers de l'ASN

Référence auprès des publics avertis, la revue [Contrôle](#) a été éditée chaque trimestre pendant plus de 20 ans jusqu'en fin 2016 (plus de 200 numéros). Les 100 derniers numéros de la revue restent consultables sur [asn.fr](#). Un [Cahier de l'ASN](#) vient apporter des informations vulgarisées sur les enjeux et les processus du 4^e réexamen périodique des réacteurs nucléaires de 900 mégawatts électriques (MWe).

Les sujets au cœur de l'attention des médias

En 2020, certains sujets ont plus spécialement suscité l'attention des médias et de l'opinion publique: le chantier de construction du réacteur EPR de Flamanville, le 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe) – notamment de celui du réacteur 1 de la centrale nucléaire de Tricastin –, la mise à l'arrêt définitive et le démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim, la détection d'une valeur anormale de tritium dans la Loire.

L'année a été marquée par la pandémie de Covid-19. De nombreuses questions ont été posées sur l'état de la sûreté des installations nucléaires et l'organisation mise en place par l'ASN pour les contrôler. Les journalistes sont restés par ailleurs très vigilants sur le sujet des anomalies des soudures des équipements nucléaires, annoncés par EDF en 2018-2019. Les anomalies des soudures de traversées de l'EPR de Flamanville ont en particulier fait l'objet de nombreux échanges avec la presse. Les incidents survenus sur certains sites nucléaires (Flamanville, Golfech, Bugey, Dampierre-en-Burly, Gravelines) ont également intéressé les médias locaux.

Concernant l'actualité du secteur médical, la presse s'est plus particulièrement intéressée à l'optimisation des doses, l'exposition au radon ou encore la campagne de distribution d'iode autour des centrales nucléaires.

Des Guides de l'ASN pour une application concrète des décisions

Les [Guides de l'ASN](#) énoncent des recommandations, présentent des moyens que l'ASN estime pertinents pour atteindre les objectifs fixés par la réglementation, partagent les méthodes et les bonnes pratiques issues du retour d'expérience des événements significatifs. L'ASN met à jour ou édite de nouveaux guides professionnels chaque année. En 2020, elle a publié la mise à jour du Guide n°32 « Installations de médecine nucléaire *in vivo*: règles techniques minimales de conception, d'exploitation et de maintenance » et celle du Guide n°30 « Politique en matière de maîtrise des risques et inconvénients des INB et système de gestion intégrée des exploitants ».

Une rubrique pour les professionnels sur [asn.fr](#)

Les [professionnels](#) retrouvent dans une rubrique spécifique l'ensemble des textes réglementaires et des formulaires qui concernent leur domaine d'activité, ainsi que les fiches, bilans sectoriels, etc. L'ASN y a publié la série des bilans d'inspection du secteur médical en 2019 (médecine nucléaire, radiothérapie, curiethérapie et pratiques interventionnelles radioguidées). Pour leurs formalités en ligne, les professionnels sont, le cas échéant, dirigés vers la plateforme de téléservices.

1.2.2 Une plateforme pour faciliter les démarches en ligne

Déclaration de détention d'appareils et de sources, déclaration d'activité de transport de substances radioactives ou déclaration de modifications relatives au transport interne: les démarches réglementaires se transforment au fil des mois en services en ligne sur le portail [teleservices.asn.fr](#). L'ASN tend ainsi à faciliter les démarches des professionnels, ce qui participe de la culture de sûreté et de radioprotection. La déclaration des événements de transport de marchandises dangereuses se fait désormais en ligne, de même que les déclarations d'événements significatifs dans le domaine de la radioprotection, garantissant une information instantanée à toutes les parties prenantes.

1.2.3 Un bulletin pour partager les bonnes pratiques et des rencontres régulières

Le bulletin [La Sécurité du patient – Pour une dynamique de progrès](#) a été créé en mars 2011 pour restituer les enseignements des événements significatifs en radioprotection aux professionnels de la radiothérapie. Il alterne depuis juillet 2019 des sujets consacrés à la radiothérapie, à l'imagerie médicale diagnostique (conventionnelle, scanner ou médecine nucléaire) et aux pratiques interventionnelles radioguidées. Réalisé dans le cadre de groupes de travail pluriprofessionnels pilotés par l'ASN, le bulletin propose un décryptage thématique, des bonnes pratiques des services et des recommandations élaborées par les sociétés savantes de la discipline concernée et les institutions de la santé et de la radioprotection.

Deux numéros ont été publiés en 2020 « Sécuriser le circuit du médicament en médecine nucléaire » (mars) et « Antécédents de radiothérapie » (juillet).

En imagerie médicale, une fiche « Retour d'expérience » a également été publiée sur le « Choix du canal de calibration de l'actimètre » (mars).

Ces publications sont disponibles sur [asn.fr](#).

L'ASN participe régulièrement aux congrès du secteur médical et de la radioprotection. En raison de la crise sanitaire, les rencontres auxquelles participe habituellement l'ASN, comme les journées de l'Association française du personnel paramédical

La fabrique de la décision



En 2020, pour répondre à de nombreuses questions qui lui avaient été adressées concernant ses modalités de prise de décision, l'ASN a proposé de décrire le processus complexe dans un très court film d'animation. Une gageure d'expliquer en seulement 3 minutes le travail de plusieurs années, associant instruction, inspection, expertise, travail des groupes permanents d'experts et association des publics! Le film [La fabrique de la décision](#), outil pédagogique complémentaire à ceux déjà existants, a été rendu public en amont de la consultation sur les conditions de poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà de 40 ans.

d'électroradiologie, les Journées françaises de radiologie et les congrès des personnes compétentes en radioprotection, ont été ajournés ou virtualisés.

L'ASN est également à l'initiative de séminaires professionnels thématiques, nationaux ou régionaux. En 2020, une campagne d'information a été organisée sur la sécurité des sources à Lille, Caen, Marseille et Nantes. En raison de la crise sanitaire, les séminaires à destination des établissements médicaux ont été reportés en 2021. Ces rendez-vous permettent d'échanger avec les publics spécialisés, de mieux faire connaître la réglementation et guide des dispositions réglementaires, de présenter le bilan des inspections et de partager l'analyse des événements significatifs en radioprotection.

1.3 L'ASN et les médias

L'ASN entretient des relations régulières avec les médias régionaux, nationaux et étrangers tout au long de l'année. Chaque année, les porte-parole de l'ASN se rendent disponibles pour répondre à plus de 500 sollicitations presse, y compris de la part de médias étrangers, et donnent une vingtaine de conférences de presse locales et nationales. Pour la plupart d'entre elles, les demandes presse concernent les interrogations locales propres à une installation. Certaines portent sur des enjeux plus généraux : la gestion des déchets radioactifs, le démantèlement, les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs, les améliorations de sûreté. L'ASN entretient également des relations avec la presse médicale sur les sujets de radioprotection des patients ou des personnels soignants.

Lors de la publication chaque année de son [Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#), l'ASN va à la rencontre des journalistes de la presse régionale. En 2020, en raison de la crise sanitaire, l'ASN a informé les médias sur l'actualité de son contrôle en adoptant un nouveau format de

visioconférences régionales. Ces conférences ont eu lieu de fin mai à mi-septembre. Elles ont rassemblé de nombreux journalistes.

Lors de ces rencontres, les [divisions territoriales](#) de l'ASN rendent compte de l'appréciation de l'ASN sur la sûreté des installations situées sur les territoires. L'actualité régionale dans le domaine de la radioprotection est abordée, celle-ci pouvant concerner le domaine médical, industriel, les sites pollués par des substances radioactives, l'exposition de la population au radon, les anciens sites miniers, etc.

1.4 Les relations de l'ASN avec les élus et les institutionnels

Chaque année, l'ASN présente à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques le présent [Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#). Ce rapport, qui constitue le document de référence sur l'état des activités contrôlées par l'ASN, est également remis au président de la République, au Gouvernement et au Parlement. Il est envoyé à plus de 2000 destinataires : responsables d'administration, élus locaux, exploitants et responsables d'activités ou d'installations contrôlées, associations, syndicats professionnels, sociétés savantes, etc.

Chaque année, l'ASN est auditionnée une dizaine de fois par le Parlement sur son activité, sur des sujets relatifs à la sûreté nucléaire et la radioprotection et dans le cadre du projet de loi de finances. L'ASN entretient également des relations régulières avec les élus nationaux et locaux, et leur apporte conseil et soutien à leur demande.

En 2020, l'ASN s'est rendue disponible à plusieurs reprises pendant la période de confinement pour présenter son évaluation de l'état de la sûreté nucléaire, et expliquer ses différentes modalités d'organisation. Dans les territoires, les divisions de l'ASN ont répondu aux sollicitations des conseils départementaux ou des CESER⁽¹⁾ sur les sujets liés à la sûreté nucléaire et à la radioprotection (vieillesse du parc nucléaire, gestion des déchets radioactifs, etc.).

1.5 La coopération internationale dans le domaine de la communication

L'ASN s'investit au [plan international](#) pour favoriser le retour d'expérience et le partage des meilleures pratiques en matière d'information du public. L'ASN prend ainsi régulièrement part aux travaux sur la communication et l'information des publics pilotés par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), ou aux missions de coopération financées par la Commission européenne (voir chapitre 6). L'ASN reçoit chaque année des délégations étrangères pour partager ses pratiques. L'ASN assure actuellement la présidence du *Working group on public communication* (groupe de travail sur la communication avec le public) de l'Agence pour l'énergie nucléaire. Dans ce cadre, elle participe à deux projets, l'un relatif à une formation en matière de communication sur le risque nucléaire, le second relatif aux moyens d'améliorer la crédibilité des autorités de contrôle.

Début 2020, l'ASN a pu échanger avec ses homologues belges et espagnols sur ses pratiques d'information et d'association des publics. À distance, les relations entre directions de l'information des autorités se sont maintenues et ont permis de partager les pratiques en matière de communication de crise mises en place dans le cadre de la pandémie.

1. Conseil économique, social et environnemental régional.

1.6 Les agents de l'ASN et l'information

Pour diffuser une information de qualité, claire et compréhensible, l'ASN propose à ses personnels des formations adaptées à leurs différentes responsabilités, dans les domaines de la communication écrite et orale, et de la gestion de crise.

L'ASN a une mission d'information du public en cas de [situation d'urgence](#)⁽²⁾. Afin de s'y préparer, les agents de l'ASN reçoivent

des formations spécifiques et participent à des exercices de crise. Chaque année, une dizaine d'[exercices de crise](#) comportent une pression médiatique simulée, exercée par des journalistes, destinée à tester la réactivité de l'ASN face aux médias, ainsi que la cohérence et la qualité des messages délivrés par les différents acteurs aux plans national et local (voir chapitre 4).

2. Renforcer le droit à l'information et la participation du public

L'ASN applique, avec une grande vigilance, l'ensemble des dispositions législatives et réglementaires relatives à la transparence et l'accès des publics à l'information. Elle veille également à leur application par les exploitants soumis à son contrôle ; elle s'attache à faciliter les échanges entre les différentes parties prenantes.

2.1 L'information donnée par les exploitants

Les principaux exploitants d'activités nucléaires mettent en œuvre des politiques volontaires d'information du public. Ils sont en outre soumis à des obligations légales générales, comme le rapport sur l'environnement prévu par le code du commerce pour les sociétés par actions, ou à des obligations spécifiques au domaine nucléaire comme précisé ci-après.

Le rapport annuel d'information du public établi par les exploitants d'INB

Tout exploitant d'INB doit établir chaque année un rapport portant notamment sur sa situation et les actions qu'il mène en matière de prévention des risques pour la santé publique et l'environnement⁽³⁾. La rédaction de ces rapports a fait l'objet de recommandations de l'ASN dans un guide publié en 2010 ([Guide n° 3 de l'ASN](#)). Les rapports font souvent l'objet d'une présentation en CLI (voir point 2.3.4).

L'accès aux informations détenues par les exploitants

Depuis l'entrée en vigueur de la loi relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN »), le domaine nucléaire bénéficie d'un dispositif régissant l'accès du public aux informations.

En application du code de l'environnement, les exploitants doivent communiquer à toute personne qui en fait la demande les informations qu'ils détiennent sur les risques que leur activité présente pour la santé publique et l'environnement et sur les actions menées pour prévenir ou réduire ces risques.

Ce droit à l'information sur les risques concerne également les responsables du transport de substances radioactives dès lors que les quantités sont supérieures aux seuils fixés dans la loi.

La Commission d'accès aux documents administratifs

En cas de refus de l'exploitant de communication d'un document, le demandeur peut saisir la Commission d'accès aux documents administratifs (CADA), autorité administrative indépendante. Si l'avis de la CADA n'est pas suivi, le litige peut être porté devant la juridiction administrative, qui statuerait sur la communicabilité de l'information en cause.

L'ASN est particulièrement attentive à l'application de ce droit à l'information, dans le respect de la protection des intérêts prévue par la loi (sécurité, secret des affaires, etc.).

2.2 L'information donnée aux riverains d'installations nucléaires de base

La loi TECV a institué une obligation d'information régulière des riverains d'une INB sur la nature des risques d'accident liés à cette installation, sur les conséquences envisagées de tels accidents, sur les mesures de sécurité prévues et sur la conduite à tenir en cas d'accident. Cette information est assurée aux frais de l'exploitant.

2.3 La consultation du public sur les projets d'avis, de guides, de décisions

L'article 7 de la [Charte de l'environnement](#) consacre le droit, pour toute personne, de [participer à l'élaboration des décisions](#) publiques ayant une incidence sur l'environnement. Cette disposition est applicable à une part importante des décisions prises par l'ASN ou pour lesquelles elle intervient en formulant des avis (projets de décrets et d'arrêtés pris par le Gouvernement notamment).

En 2020, ce sont 90 projets de guides, d'avis ou de décisions, qui ont ainsi été soumis à la consultation du public, parmi lesquels celui portant sur les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà de 40 ans.

2.3.1 Consultation du public sur les projets de décisions réglementaires

L'[article L. 123-19-1 du code de l'environnement](#) prévoit une procédure de consultation par Internet du public sur les projets de décisions autres que les décisions individuelles ayant une incidence sur l'environnement.

L'ASN a décidé d'en faire une application large. Ainsi, tous les projets de décisions réglementaires de l'ASN relatives aux INB – y compris celles afférentes aux équipements sous pression nucléaires – sont considérés comme ayant une incidence sur l'environnement et sont donc soumis à la participation du public. La même approche est retenue pour les décisions réglementaires relatives au transport de substances radioactives prises par l'ASN.

Les décisions réglementaires de l'ASN en matière de radioprotection sont également soumises à la participation du public lorsqu'elles portent sur des activités ayant des rejets significatifs dans l'environnement, produisant une quantité significative de déchets, pouvant être à l'origine de nuisances importantes pour le voisinage, ou représentant un risque pour les riverains et les milieux environnants en cas d'accident.

Enfin, l'ASN applique cette même procédure à certains projets de guides et certains projets d'avis, bien qu'ils n'aient pas de caractère réglementaire.

Au cours de l'année 2020, trois consultations ont porté sur des projets de décisions réglementaires.

2. Selon l'article L. 59232 du code de l'environnement.

3. Voir l'article L. 12115 du code de l'environnement.

Consultations, mode d'emploi

La procédure de participation du public consiste en une mise à disposition du projet de décision réglementaire sur le site pendant au moins 21 jours afin de recueillir les commentaires du public.

La liste indicative des [consultations](#) programmées sur les projets de décisions réglementaires et de guides ayant une incidence sur l'environnement est mise à jour tous les 3 mois sur [asn.fr](#).

Une synthèse des observations reçues précisant comment il en a été tenu compte et un document exposant les motifs de la décision sont publiés sur [asn.fr](#) au plus tard à la date de publication de la décision.

2.3.2 Consultation du public sur les projets de décisions individuelles

Les décisions individuelles⁽⁴⁾ en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection peuvent faire l'objet de plusieurs procédures de consultation du public présentées ci-dessous.

L'enquête publique

En application du code de l'environnement, les demandes d'autorisation de création et les dossiers de démantèlement d'une INB font l'objet d'une enquête publique⁽⁵⁾. Le dossier mis à enquête publique comporte notamment l'étude d'impact et l'étude de maîtrise des risques. Celle-ci présente, sous une forme accessible, l'inventaire des risques du projet d'installation et l'analyse des dispositions prises pour les prévenir. Cette étude comprend également un résumé non technique destiné à faciliter la prise de connaissance par le public des informations qu'elle contient.

Depuis 2017, le dossier d'enquête publique est consultable⁽⁶⁾ en ligne pendant toute la durée de l'enquête et mis à disposition sur support papier dans un ou plusieurs lieux déterminés dès l'ouverture de l'enquête publique. Le rapport préliminaire de sûreté (document plus technique) ne figure pas dans le dossier d'enquête publique, mais peut être consulté pendant toute la durée selon les modalités fixées par l'arrêté organisant l'enquête.

La mise à disposition des projets sur [asn.fr](#)

Les décisions individuelles non soumises à enquête publique et susceptibles d'avoir un effet significatif sur l'environnement (comme les projets de modification d'INB ou de conditions d'exploitation susceptibles de provoquer un accroissement significatif des prélèvements d'eau ou des rejets) font l'objet d'une consultation sur Internet. Dans ce contexte, le dossier de l'exploitant est mis à la disposition du public sur [asn.fr](#).

Au cours de l'année 2020, 43 consultations ont porté sur des projets de décisions individuelles concernant les INB et le transport de substances radioactives et 48 ont concerné le nucléaire de proximité.

2.3.3 Consultation d'instances particulières

Les procédures d'autorisation des INB prévoient également de recueillir l'avis du conseil départemental, des conseils municipaux et de la CLI (voir point 2.3.1). Les CLI ont en outre la possibilité

d'être entendues par le collège de l'ASN, avant que ce dernier ne rende son avis sur le projet de décret d'autorisation qui lui est soumis par le ministre chargé de la sûreté nucléaire.

La CLI et le conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques sont consultés sur les projets de prescriptions de l'ASN relatives aux prélèvements d'eau, aux rejets d'effluents dans le milieu ambiant et à la prévention ou à la limitation des nuisances de l'installation pour le public et l'environnement.

2.3.4 Consultation : pour une participation toujours plus large et riche des publics

L'ASN veille à ce que ces consultations permettent au public et aux associations intéressées d'apporter leur contribution, notamment en s'assurant de la qualité des dossiers présentés par les exploitants et en cherchant à renforcer les moyens dont disposent les CLI pour émettre un avis sur ces dossiers.

Les technologies numériques et les usages de participation citoyenne amènent l'ASN à faire évoluer le cadre de la consultation du public afin de permettre une participation efficace de celui-ci dans les processus de décision.

2.4 Les acteurs en matière d'information

2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)), créé par la loi TSN, est une instance d'information, de concertation et de débat sur les activités nucléaires, leur sûreté et leurs effets sur la santé des personnes et sur l'environnement. Il peut se saisir de toute question relative à l'accessibilité de l'information en matière de sécurité nucléaire et proposer toute mesure de nature à garantir ou à améliorer la transparence.

Le HCTISN élabore et rend publics des avis. Il organise quatre réunions plénières par an au cours desquelles les sujets majeurs d'actualité sont présentés et discutés : l'ensemble des présentations est accessible en ligne sur [hctisn.fr](#). Le président de l'ASN est membre du Haut Comité, l'ASN siège au bureau du HCTISN avec un rôle consultatif, participe à ses différents groupes de travail et apporte régulièrement des éléments d'information sur les sujets à l'ordre du jour des plénières.

En 2019, le HCTISN avait mis en place, avec le soutien de l'ASN, de l'IRSN, d'EDF et de l'Association nationale des comités et commissions locales d'information ([Anclli](#)), la concertation sur la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe. Fin 2020, l'ensemble des acteurs de cette concertation ont exposé la façon dont ils avaient pris en compte les contributions et attentes des publics recueillis en 2019. L'ensemble des documents relatifs à cette concertation restent consultables sur le site [concertation.suretenucleaire.fr](#).

2.4.2 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

L'[IRSN](#) met en œuvre une politique d'information en cohérence avec le contrat d'objectifs et de performance signé avec l'État.

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite « loi TECV ») a imposé à l'[IRSN](#) de rendre publics les avis qu'il remet aux autorités qui l'ont saisi. Ainsi, depuis mars 2016,

4. *Décision individuelle : décision qui s'applique à un exploitant pour une installation donnée.*

5. *En application des dispositions de l'article L.123-12 du code de l'environnement.*

6. *Voir : [asn.fr/Reglementer/La-reglementation/Le-regime-juridique-des-installations-nucleaires-de-base/Les-autorisations-de-creation-et-de-mise-en-service-d-une-installation](#)*

Le cadre de fonctionnement des commissions locales d'information et des commissions de suivi de site

Les commissions locales d'information (CLI), dont la création incombe au président du conseil départemental, comprennent différentes catégories de membres: représentants des conseils départementaux, des conseils municipaux ou des assemblées délibérantes des groupements de communes et des conseils régionaux intéressés, membres du Parlement élus dans le département, représentants d'associations de protection de l'environnement ou des intérêts économiques, d'organisations syndicales de salariés et des professions médicales, ainsi que des personnalités qualifiées. Les représentants des services de l'État, dont l'ASN, et ceux de l'exploitant participent de plein droit avec voix consultative aux travaux de la CLI. La loi TECV a prévu la participation de membres étrangers dans les CLI des départements frontaliers. Les CLI sont présidées par le président du conseil départemental ou par un élu du département qu'il désigne à cet effet. Elles reçoivent les informations nécessaires à leur mission de la part de l'exploitant, de l'ASN et des autres services de l'État. Elles peuvent faire réaliser des expertises ou faire procéder à des mesures relatives aux rejets de l'installation dans l'environnement. À l'exception de l'installation Ionisols à Dagneux (Ain), tous les sites d'INB sont dotés d'une CLI.

Les CLI sont financées par les collectivités territoriales et par l'ASN qui consacre environ 1,25 million d'euros par an au soutien financier des CLI et de leur fédération nationale, l'Ancli. Dans le cadre de ses réflexions sur le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, l'ASN propose régulièrement au Gouvernement la mise en œuvre du dispositif, prévu par la loi du 13 juin 2006, d'abondement du budget des CLI à statut associatif (soit une dizaine) par un prélèvement sur la taxe INB.

Auprès des anciens sites nucléaires, des laboratoires de recherche ou des sites de traitement de déchets, des commissions de suivi des sites (CSS) remplacent progressivement les comités locaux d'information et de suivi (CLIS), en application du décret du 7 février 2012⁽⁷⁾. Cadres d'échange et d'information sur les actions menées par les exploitants des installations visées, elles promeuvent l'information du public. Elles sont notamment tenues informées des incidents et accidents dont les installations sont l'objet, voire des projets de création, d'extension ou de modification des installations.

L'ASN est invitée aux comités de suivi des sites de défense ainsi qu'à ceux des anciens sites miniers.

** Pris en application de l'article L. 125-2-1 du code de l'environnement.*

l'IRSN publie bimensuellement sur son site Internet tous ses avis émis sur saisine de l'ASN. Ces avis constituent la synthèse de l'expertise réalisée par l'Institut en réponse à la demande de l'ASN. Sur les sujets de préoccupation, suscitant des interrogations du public ou des acteurs publics, l'ASN et l'IRSN veillent à une bonne coordination des prises de parole, afin de garantir une information cohérente, claire et consistante.

Par ailleurs, chaque année, l'IRSN rend publics les résultats de ses programmes de recherche et développement, à l'exclusion de ceux qui relèvent de la défense nationale.

Dans le cadre d'une saisine de l'ASN et après accord de celle-ci, l'IRSN peut solliciter la participation de publics avertis, de riverains, ou encore du grand public. L'Institut leur apporte alors une information complète et accessible, et recueille en retour leurs sujets de préoccupation et leurs questionnements, afin de les intégrer au travail d'expertise réalisé au profit de l'ASN.

2.4.3 Les commissions locales d'information ou de suivi

Les CLI ont souvent une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection. Elles analysent les effets des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement des installations du site nucléaire autour duquel elles ont été constituées⁽⁷⁾.

L'ASN considère que le bon fonctionnement des CLI contribue à la sûreté et entretient avec elles un dialogue de qualité. Elle veille à assurer une information des CLI la plus complète possible, y compris en participant aux réunions publiques. En partenariat avec l'Ancli, l'ASN favorise le fonctionnement

en réseau des chargés de mission des CLI et dote les CLI des outils et de l'accompagnement nécessaires pour assurer une bonne information des publics « profanes ». À leur demande, les CLI ont été accompagnées par l'ASN : sur les sujets techniques, par des inspecteurs, et sur les problématiques de diffusion de l'information, par des responsables de communication. L'exposition ASN-IRSN a été mise à la disposition des CLI autant de fois que demandé.

Les inspecteurs de l'ASN peuvent également proposer aux représentants des CLI de participer à des inspections⁽⁸⁾. Ils incitent les exploitants d'INB à faciliter l'accès des CLI aux dossiers des procédures dans lesquelles l'avis de la CLI sera requis, et favorisent l'association des CLI à la préparation des exercices de crise.

Dans le même esprit, l'ASN considère que le développement d'une offre diversifiée d'expertise dans le domaine nucléaire est indispensable pour que les CLI puissent s'appuyer dans leurs avis sur des expertises distinctes de celles réalisées pour le compte de l'exploitant ou de l'ASN.

Les CLI et l'information des publics

Les CLI organisent des réunions plénières et mettent en place des commissions spécialisées. La loi TECV dispose que chaque CLI tienne au moins une réunion ouverte au public chaque année. L'ASN favorise les échanges de bonnes pratiques afin de faire de ces réunions publiques des temps d'échanges riches et des occasions de contribuer à la bonne information de la population.

La plupart des CLI disposent d'un site internet ou de pages sur le site de la collectivité qui les soutient; une vingtaine d'entre elles éditent une lettre d'information (parfois sous la forme d'encarts dans le bulletin d'une collectivité).

7. Le cadre de fonctionnement des CLI est défini par les articles L. 125-17 à L. 125-33 du code de l'environnement et par le décret n° 2008-251 du 12 mars 2008 relatif aux CLI auprès des INB, et par décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 codifiant les dispositions applicables aux INB, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire.

8. Dans le cadre actuel, seuls les inspecteurs de l'ASN et les experts qui les accompagnent ont un droit d'accès aux installations opposable à l'exploitant. L'accord de ce dernier est donc nécessaire pour la participation d'observateurs des CLI lors des inspections.

En 2020, la conférence des CLI a été complètement repensée pour pouvoir se tenir à distance et sur une semaine. Elle a réuni 340 participants au moyen d'une plateforme numérique.

Le programme était centré sur deux thématiques ancrées dans les préoccupations des CLI : la gestion de crise, à partir du retour d'expérience de la Covid-19 et de l'accident de Lubrizol, et le post-accident.

Les participants ont également été conviés à une session spéciale de la réunion plénière du HCTISN consacrée à la prise en compte des contributions du public lors de la concertation relative au 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe.

2.4.4 L'Association nationale des comités et commissions locales d'information

L'article L. 125-32 du code de l'environnement prévoit la constitution d'une association des CLI (voir point 2.4.3), et le décret du 12 mars 2008 précise les missions de cette fédération. L'Anccli regroupe les 34 CLI françaises, ainsi que les 34 comités instaurés auprès des installations intéressant la défense. Elle dispose d'un comité scientifique et a mis en place cinq groupes permanents thématiques (« Matières et déchets radioactifs », « Post-accident – territoires », « Sécurité », « Démantèlement », « Santé »). Elle est également fortement impliquée dans les instances de dialogue et d'échanges mises en place par ses partenaires (HCTISN, ASN, IRSN, etc.).

Partenariat avec l'ASN

L'Anccli a des échanges réguliers avec l'ASN et participe à plusieurs de ses groupes de travail permanents ou occasionnels. L'Anccli favorise la montée en compétence technique des membres de CLI en organisant avec l'IRSN, dans le cadre des travaux d'expertise réalisés pour l'ASN, des séminaires thématiques. L'Anccli, avec l'ASN et l'IRSN, entretient un dialogue technique sur les sujets à fort enjeu et participe aux consultations publiques sur les questions nucléaires. Chaque année, l'ASN organise en coopération avec l'Anccli la [conférence nationale des CLI](#) qui réunit plus de 250 personnes, et permet, le temps d'une journée, le partage d'expérience et la réflexion collective sur des enjeux communs aux CLI.

L'activité de l'Anccli

L'Anccli anime le réseau des CLI qu'elle représente. En diffusant une veille régulière, des éléments de compréhension et des informations vulgarisées à destination du grand public, l'Anccli contribue à donner aux CLI les moyens d'assurer leurs missions d'information des publics. À l'écoute des CLI et en relation avec des sources d'expertise diversifiées, l'association conduit des réflexions nationales sur les questions de sûreté nucléaire, et répercute largement le fruit de ces travaux (positions de l'Anccli) tant dans les instances nationales ou européennes qu'auprès des élus locaux et publics des CLI.

CHAPITRE

06

LES RELATIONS INTERNATIONALES



1 | Les objectifs de l'ASN en matière de relations internationales P.196

2 | Le cadre européen des relations internationales de l'ASN P.196

- 2.1 Le traité Euratom et ses groupes de travail
- 2.2 La directive européenne Euratom sur la sûreté des installations nucléaires
- 2.3 La directive européenne Euratom sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs
- 2.4 La directive européenne Euratom sur les normes de base en radioprotection
- 2.5 Le groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (ENSREG)
- 2.6 Le système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique (ECURIE)
- 2.7 L'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA)
- 2.8 L'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection (HERCA)
- 2.9 Les programmes d'assistance de la Commission européenne

3 | Le cadre multilatéral des relations internationales de l'ASN P.200

- 3.1 L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)
- 3.2 L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN)
- 3.3 Le programme multinational d'évaluation des nouveaux modèles de réacteur (MDEP)
- 3.4 L'Association internationale des autorités de sûreté nucléaire (INRA)

4 | Les conventions internationales P.202

- 4.1 La Convention sur la sûreté nucléaire
- 4.2 La Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs
- 4.3 La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire
- 4.4 La Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique

5 | Le cadre bilatéral des relations internationales de l'ASN P.203

- 5.1 La coopération bilatérale entre l'ASN et ses homologues étrangères
- 5.2 Les actions d'assistance de l'ASN dans un cadre bilatéral
- 5.3 Échanges de personnels entre l'ASN et ses homologues étrangères

6 | Perspectives P.205

06

Les relations internationales

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) s'attache, dans les [cadres de coopération](#) bilatéraux, européens et multilatéraux auxquels elle participe, à promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux. Par ailleurs, l'ASN veille, dans ces cadres, à faire connaître les positions et doctrines françaises, et à tirer parti des meilleures pratiques

internationales pour faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection en France.

Dans le cadre de son action, l'ASN propose au Gouvernement les positions françaises dans les négociations internationales relevant de son domaine de compétences et représente la France dans les instances internationales et communautaires du domaine.

1. Les objectifs de l'ASN en matière de relations internationales

Le domaine international constitue un enjeu stratégique auquel l'ASN consacre une attention et des ressources particulières. L'action de l'ASN dans ce domaine vise à l'amélioration continue de la sûreté, en se fondant sur l'évolution des connaissances et le partage des pratiques, notamment en matière de contrôle. Cette action vise également à une harmonisation ambitieuse des exigences internationales en matière de sûreté et de radioprotection.

Les objectifs de l'ASN dans le domaine international s'articulent ainsi autour de quatre axes :

- promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux ;
- faire connaître les positions et la réglementation française et européenne à ses homologues ;
- susciter des travaux à l'échelle internationale sur les enjeux techniques prioritaires identifiés par l'ASN ;
- bénéficier des meilleures pratiques internationales pour faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection en France.

Pour atteindre ces objectifs, l'ASN entretient des relations bilatérales suivies avec de nombreux pays. Elle participe également à de nombreux échanges multilatéraux au sein d'instances et d'organisations aux statuts variés que ce soit au plan européen avec, notamment, le groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (*European Nuclear Safety Regulators Group – ENSREG*) et l'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (*Western European Nuclear Regulators Association – WENRA*) ou, plus largement, au plan international avec, en particulier, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Agence de l'Organisation de coopération et de développement économiques pour l'énergie nucléaire (AEN).

À travers ses relations bilatérales, l'objectif de l'ASN est d'échanger avec ses homologues de manière directe, sur des sujets d'actualité ou sur des points particuliers de la réglementation ou du contrôle. Ces échanges sont l'occasion pour l'ASN de partager son expérience et de comparer ses positions et ses pratiques dans le but de progresser. Ils nourrissent d'un éclairage extérieur les

prises de position, les questions techniques ou d'acceptabilité sociétale et permettent d'alimenter les débats nationaux et de consolider les décisions. Ils permettent également à l'ASN d'être directement informée de la situation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection chez ses homologues. À ce titre, les relations qu'entretient l'ASN avec ses homologues des pays limitrophes présentent un intérêt particulier. Ils sont en outre essentiels dans la [gestion des situations d'urgence](#).

L'Europe constitue ensuite pour l'ASN l'un des axes prioritaires de son action internationale. L'objectif de l'ASN est de contribuer à la mutualisation, l'harmonisation et l'amélioration de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Dans les cercles associatifs ou communautaires européens, l'ASN a pour ambition de partager sa vision des enjeux prioritaires en matière de sûreté, de confronter ses analyses et d'échanger sur les pratiques en cours chez ses homologues afin de contribuer à établir et maintenir, au plan européen, un haut niveau d'exigence en matière de sûreté et de radioprotection pouvant s'appuyer sur des référentiels et doctrines établis de manière harmonisée et concertée.

Enfin, l'ASN a pour objectif que les bonnes pratiques et la réglementation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection soient partagées au-delà de l'Europe. À ce titre, elle s'attache à ce que la doctrine européenne, qui promeut les plus hauts niveaux d'exigence, constitue à l'échelle mondiale une référence, notamment pour les pays porteurs de nouveaux modèles de réacteur et les pays accédant à l'énergie nucléaire. Ces échanges internationaux, qui s'inscrivent dans des cercles variés, permettent également à l'ASN de bénéficier des meilleures pratiques et de l'expérience internationale, contribuant ainsi au progrès de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France.

Ainsi, l'ASN œuvre dans trois cadres principaux de coopération. Elle veille à maintenir une présence constante et équilibrée au sein de chacun d'entre eux, considérant que chacun est spécifique et que leur complémentarité contribue à l'objectif visé d'harmonisation et d'amélioration continue de la sûreté nucléaire.

2. Le cadre européen des relations internationales de l'ASN

L'harmonisation européenne des principes et des normes en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection a toujours été une priorité pour l'ASN. Dans ce contexte, l'ASN participe activement aux échanges entre autorités nationales de sûreté et de radioprotection des États membres.

2.1 Le traité Euratom et ses groupes de travail

Signé le 25 mars 1957, le [traité](#) instituant la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) constitue le droit primaire du domaine et a permis le développement harmonisé de dispositions permettant un contrôle rigoureux de la sûreté et la sécurité nucléaires et la radioprotection. La Cour de justice de

l'Union européenne, considérant que les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection constituaient un ensemble non dissociable, [a reconnu le principe](#) de l'existence d'une compétence communautaire dans le domaine de la sûreté, comme dans celui de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé.

Des experts de l'ASN participent aux travaux des comités et des groupes de travail du traité Euratom :

- groupe d'experts de l'article 31 (normes de base en radioprotection);
- groupe d'experts de l'article 35 (vérification et suivi de la radioactivité dans l'environnement);
- groupe d'experts de l'article 36 (renseignements concernant le contrôle de la radioactivité dans l'environnement);
- groupe d'experts de l'article 37 (notifications relatives aux rejets d'effluents radioactifs).

Deux réunions se sont tenues en 2020, en visioconférence, ainsi qu'un séminaire sur la radiosensibilité des enfants.

2.2 La directive européenne Euratom sur la sûreté des installations nucléaires

La [directive 2009/71/Euratom](#) du Conseil du 25 juin 2009, révisée en 2014 à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, établit un cadre communautaire permettant d'assurer la sûreté nucléaire au sein de la Communauté européenne de l'énergie atomique et à encourager les États membres à garantir un niveau élevé de sûreté nucléaire (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)).

Elle prévoit notamment des pouvoirs et une autonomie accrues pour les autorités nationales de sûreté, renforce les exigences en matière de transparence, fixe un objectif de sûreté ambitieux pour toute l'Union européenne (issu des référentiels de sûreté produits par WENRA), établit un système européen d'examen par les pairs sur des thématiques de sûreté et requiert des réévaluations de sûreté tous les 10 ans. Elle renforce, en outre, les dispositions concernant l'éducation et la formation.

Cette directive et son amendement sont transposés dans le droit français.

Il est à noter que la législation européenne n'inscrit pas encore juridiquement l'indépendance institutionnelle des autorités de sûreté. En 2020, l'ASN a coordonné la rédaction du second rapport national de la France sur la mise en œuvre des dispositions de la directive, qui a été transmis à la Commission en juillet 2020.

2.3 La directive européenne Euratom sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs

Le 19 juillet 2011, le Conseil de l'Union européenne a adopté une directive établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs ([directive 2011/70/Euratom](#)). L'adoption de cette directive contribue au renforcement de la sûreté au sein de l'Union européenne, en responsabilisant les États membres à l'égard de la gestion de leurs combustibles usés et de leurs déchets radioactifs.

Cette directive est juridiquement contraignante et couvre tous les aspects de la gestion du combustible usé et des [déchets radioactifs](#), depuis leur production jusqu'au stockage à long terme.

Elle rappelle la responsabilité première des producteurs, et la responsabilité, en dernier ressort, de chaque État membre, d'assurer la gestion des déchets produits sur son territoire, en veillant à prendre les dispositions nécessaires pour garantir un niveau élevé de sûreté et pour protéger les travailleurs et le public des dangers des rayonnements ionisants.

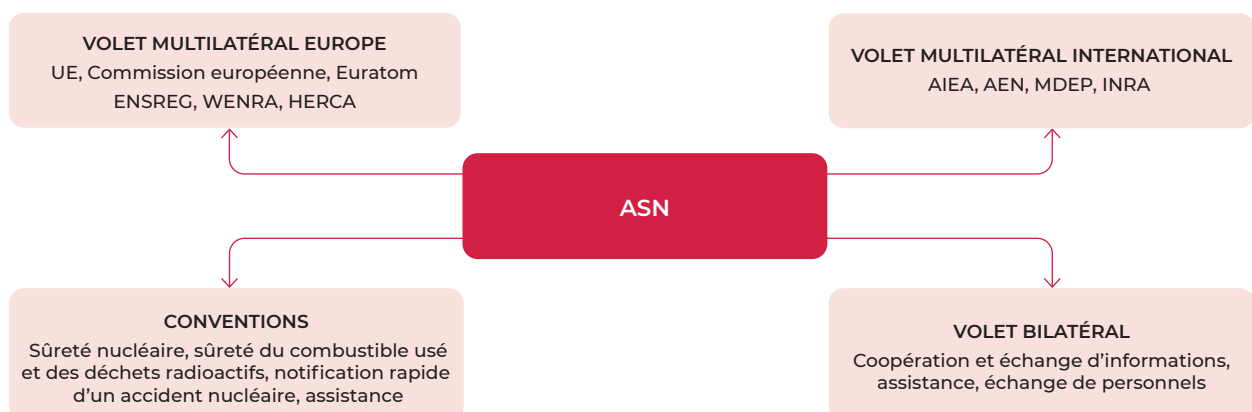
Elle définit clairement les obligations relatives à la sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs et impose à chaque État membre de se doter d'un cadre juridique relatif aux questions de sûreté, prévoyant l'instauration :

- d'une autorité de contrôle compétente et bénéficiant d'un statut qui garantisse son indépendance vis-à-vis des producteurs de déchets;
- de procédures d'autorisation impliquant des demandes d'autorisation instruites sur la base de démonstrations de sûreté des exploitants.

La directive encadre l'élaboration des politiques nationales de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs que doit mettre en œuvre chaque État membre. Elle prescrit notamment que chaque État membre doit être doté d'un cadre législatif et réglementaire visant à mettre en place des programmes nationaux de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs.

La directive contient également des dispositions sur la transparence et la participation du public, les ressources financières pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, la formation, ainsi que des obligations d'autoévaluation et d'examen régulier par les pairs. Ces aspects constituent des avancées majeures pour renforcer le caractère sûr et responsable de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs dans l'Union européenne. La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite « TECV ») et l'ordonnance du 10 février 2016 ont permis d'assurer la transposition des dispositions de la directive dans le droit français.

L'action de l'ASN sur la scène internationale



WENRA publie un ensemble de niveaux de référence de sûreté pour les réacteurs de recherche

L'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (*Western European Nuclear Regulators' Association* – WENRA), lors de sa réunion plénière de novembre 2020, a approuvé un ensemble de niveaux de sûreté de référence applicables aux réacteurs de recherche.

Déclinant ceux déjà approuvés par WENRA pour les réacteurs de puissance et applicables au domaine des réacteurs de recherche, le groupe de travail de WENRA en charge de ces installations a complété sa démarche en établissant des niveaux de sûreté de référence spécifiques lui permettant de prendre en compte la spécificité et la diversité de ces réacteurs.

Ce sont ainsi 331 niveaux de sûreté de référence qui sont désormais disponibles pour les 18 pays membres de WENRA ainsi que pour la Russie en tant que membre

associé et pour les 12 pays observateurs. Les autorités des pays membres de WENRA pourront débiter la déclinaison de ces niveaux dans leur réglementation nationale, contribuant ainsi à l'harmonisation de la réglementation dans ce domaine.

La publication de ces niveaux de sûreté de référence constitue une étape importante, en particulier au plan européen, pour WENRA dont l'un des principaux objectifs est de renforcer l'harmonisation en matière de réglementation entre pays, en établissant des exigences de sûreté ambitieuses.

Ces travaux réaffirment la position centrale des niveaux de référence établis par WENRA dans la hiérarchie des documents et rapports produits par l'association dans le cadre de ses activités.

2.4 La directive européenne Euratom sur les normes de base en radioprotection

La [directive 2013/59/Euratom](#) du 5 décembre 2013 sur les normes de base en radioprotection s'applique à la justification, l'optimisation et la limitation des doses, au contrôle réglementaire, à la préparation aux situations d'urgence, à la formation et à d'autres domaines connexes (par exemple, le risque associé au radon, les matières radioactives d'origine naturelle et les matériaux de construction). Trois décrets, publiés en juin 2018, modifiant en particulier les parties réglementaires des codes de la défense, de l'environnement, de la santé publique et du travail, ont permis d'assurer sa transposition dans le droit français.

2.5 Le groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (ENSREG)

Créé en 2008, l'[ENSREG](#) (*European Nuclear Safety Regulators Group*) rassemble des experts délégués par les pays membres de l'Union européenne et a pour vocation de soutenir la Commission européenne dans ses initiatives en matière de législation dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

L'ENSREG a ainsi fait émerger un consensus politique dans l'élaboration des directives européennes en matière de sûreté nucléaire et de gestion du combustible usé et des déchets. L'ENSREG a également participé au processus d'élaboration de la révision de la directive sur la sûreté nucléaire dans le prolongement de la réflexion menée après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

Trois groupes de travail, consacrés respectivement à la sûreté des installations nucléaires et la coopération internationale (WG1), à la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé (WG2) et à la transparence dans le domaine nucléaire (WG3), structurent l'activité de l'ENSREG. L'ASN contribue aux travaux et réflexions de chacun d'entre eux.

L'ENSREG organise, conformément à la directive sûreté de 2014, des examens thématiques par les pairs européens. Le premier de ces exercices a porté sur la maîtrise du vieillissement des réacteurs nucléaires de production d'électricité et des réacteurs de recherche d'une puissance égale ou supérieure à 1 mégawatt (MW). Chacun des pays participant a tout d'abord rédigé un rapport national, examiné en 2018 par des experts nommés par les États membres. Cet examen a donné lieu à la rédaction d'un rapport sur les résultats génériques et d'un rapport sur les résultats

spécifiques par pays. L'ensemble de ces rapports a été adopté en séance plénière d'ENSREG et publié sur le site de l'ENSREG fin 2018. Sur cette base, les plans d'action nationaux établis par les pays ont été remis en septembre 2019. Ils sont disponibles sur le site de l'ENSREG. Le rapport national et le plan d'action national pour la France sont également disponibles sur le [site Internet de l'ASN](#), en français et en anglais.

Les États membres ont débuté en 2020 leurs travaux relatifs au deuxième examen thématique par les pairs. Ils ont d'une part réalisé un retour d'expérience du premier exercice et, d'autre part, mis en place un comité de pilotage dirigé par un membre du collège de l'ASN. Ils ont également choisi, sur la base d'une proposition de WENRA, le thème de la maîtrise des risques liés à l'incendie pour ce deuxième examen thématique par les pairs.

Par ailleurs, l'ASN a publié fin 2020 le rapport de clôture du plan d'action national français sur la mise en place des actions complémentaires de sûreté établi à la suite de l'examen par les pairs des « stress tests » européens.

2.6 Le système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique (ECURIE)

ECURIE (*European Community Urgent Radiological Information Exchange*) est l'un des systèmes d'action rapide, mis en place par la Commission européenne, qui dispose d'un réseau d'échange d'informations permettant de recevoir et de déclencher une alerte, et de faire ainsi circuler rapidement les informations au sein de l'Union européenne en cas d'urgence radioactive ou d'accident nucléaire majeur.

Ce système a été mis en place en 1987 par une [décision du Conseil de l'Union européenne du 14 décembre 1987](#) à la suite, notamment, de l'accident survenu à Tchernobyl (Ukraine) en 1986. Cette décision est entrée en vigueur le 21 mars 1988 et a été ratifiée par l'ensemble des États membres de l'Union européenne ainsi que par certains pays tiers, tels que la Suisse et la Turquie.

2.7 L'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA)

Créée en 1999 à l'initiative de l'ASN, [WENRA](#) (*Western European Nuclear Regulators' Association*) est à l'origine l'Association des

autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest regroupant, à titre de membres, les chefs d'autorité de sûreté des pays européens dotés de réacteurs de production d'électricité. D'autres pays européens, ou grands pays non européens dotés de réacteurs de production d'électricité, participent aux activités de WENRA à titre d'observateurs ou de membres associés.

L'action de WENRA repose sur le partage d'expérience entre autorités de sûreté en vue de développer une approche commune et d'harmoniser les règles de sûreté pour les réacteurs, les installations de gestion des déchets et les réacteurs de recherche.

WENRA s'appuie ainsi sur trois groupes de travail, chacun compétent dans un domaine de la sûreté nucléaire :

- le groupe de travail sur l'harmonisation de la sûreté des réacteurs (*Reactor Harmonisation Working Group – RHWG*);
- le groupe de travail sur les déchets radioactifs et le démantèlement (*Working Group on Radioactive Waste and Decommissioning – WGWD*);
- le groupe de travail sur les réacteurs de recherche (*Working Group on Research Reactors – WGRR*).

Chacun de ces groupes a défini, par thème technique, des « niveaux de référence » reposant sur les normes les plus récentes de l'AIEA et sur les approches les plus exigeantes adoptées dans l'Union européenne.

Le comité stratégique de WENRA s'est réuni en juillet et a examiné la mise en œuvre concrète de la stratégie définie par WENRA sur la période 2019-2023. En novembre 2020, WENRA a organisé sa réunion plénière à distance, sous la présidence d'Olivier Gupta, directeur général de l'ASN. Cette réunion a notamment conduit à :

- l'adoption de niveaux de sûreté de référence pour les réacteurs de recherche (voir encadré);
- l'approbation de la mise à jour des niveaux de sûreté de référence applicables aux réacteurs électronucléaires;
- la mise en place d'axes de travail transversaux entre les trois groupes de travail, pour renforcer l'harmonisation lorsque sont établis des niveaux de référence concernant des thématiques communes.

Par ailleurs, à l'issue de travaux conduits sous l'égide du RHWG, WENRA a proposé en 2020 à l'ENSREG que la « maîtrise des risques liés à l'incendie » soit le thème du prochain examen thématique par les pairs, exercice périodique prévu par la directive sûreté de 2014 (voir *supra*). L'ENSREG ayant approuvé cette proposition en novembre 2020, WENRA conduira en 2021 le travail de rédaction des spécifications techniques.

2.8 L'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection (HERCA)

Dans le domaine de la radioprotection, [HERCA](#) (*Heads of the European Radiological protection Competent Authorities*), fondée en 2007 également sous l'impulsion de l'ASN, est l'association regroupant, de manière informelle, les chefs des autorités européennes compétentes en radioprotection. Son objectif est de renforcer la coopération européenne en matière de radioprotection et l'harmonisation des pratiques nationales.

HERCA regroupe désormais 56 autorités de 32 pays européens comprenant les 27 pays membres de l'Union européenne, l'Islande, la Norvège, le Royaume-Uni, la Serbie et la Suisse. Son secrétariat technique est assuré par l'ASN.

Six groupes d'experts travaillent actuellement sur les thèmes suivants :

- les pratiques et les sources dans les domaines industriel et de la recherche;
- les applications médicales des rayonnements ionisants;
- la préparation et la gestion des situations d'urgence;
- les applications vétérinaires;
- les sources de rayonnements d'origine naturelle;
- l'éducation et la formation.

HERCA prépare un document de stratégie, avec comme axe principal le renforcement de la coopération entre les autorités compétentes en matière de radioprotection. Ceci nécessite en premier lieu une connaissance partagée des différentes approches nationales afin d'être en mesure d'harmoniser les approches réglementaires. HERCA a ainsi analysé en 2020 les documents produits par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) concernant les évolutions des normes de radioprotection afin d'identifier les domaines qui méritent une attention spécifique pour l'évolution de la réglementation. Elle organisera en 2021 un échange avec la CIPR sur le sujet. Elle a également pour projet l'organisation de plusieurs séminaires, concernant notamment la mise en œuvre des plans nationaux en matière de gestion du risque lié au radon ou la mise en place des experts en radioprotection et des officiers de radioprotection appelée par la directive européenne sur les normes de base en radioprotection.

2.9 Les programmes d'assistance de la Commission européenne

Entre 2007 et 2020, les actions de l'Union européenne sur le plan de l'assistance et de la coopération auprès de pays tiers en matière de sûreté nucléaire, se sont poursuivies au titre de l'Instrument relatif à la coopération en matière de sûreté nucléaire (ICSN). En 2020, à travers l'ICSN, l'ASN a ainsi participé à un projet.

À partir du 1^{er} janvier 2021, un nouvel instrument européen concernant l'assistance et la coopération en matière de sûreté nucléaire (IESN), actuellement en phase d'approbation par le Parlement européen, prendra la place de l'instrument précédent. Pour la période du 1^{er} janvier 2021 au 31 décembre 2027, une enveloppe budgétaire de 300 millions d'euros est prévue.

Les objectifs du nouvel instrument IESN portent sur :

- la promotion et la mise en œuvre des normes les plus élevées en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection dans les installations nucléaires et pour les pratiques en radiologie des pays tiers;
- la mise en place de cadres et méthodes pour l'application de contrôles efficaces des matières nucléaires dans des pays tiers;
- l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies responsables concernant le stockage ultime du combustible usé, la gestion des déchets, le déclassement des installations et l'assainissement d'anciens sites nucléaires.

Ces instruments sont complétés par d'autres programmes internationaux d'assistance technique qui répondent à des résolutions prises par le [G8](#) ou par l'AIEA pour améliorer la sûreté nucléaire dans les pays tiers et qui sont financés par les contributions d'États donateurs et de l'Union européenne.

3. Le cadre multilatéral des relations internationales de l'ASN

Sur le [plan multilatéral](#), la coopération se déroule, notamment, dans le cadre de l'[AIEA](#), agence de l'Organisation des Nations unies (ONU) fondée en 1957, et de l'[AEN](#) créée en 1958. Ces deux agences constituent les deux organisations intergouvernementales les plus importantes dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

3.1 L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)

L'[AIEA](#), organisation des Nations unies basée à Vienne, regroupe 172 États membres. L'AIEA organise ses activités autour de deux grands axes : l'un concerne le contrôle des matières nucléaires et de la non-prolifération, l'autre porte sur toutes les activités liées aux utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire. Dans ce dernier domaine, deux départements de l'AIEA sont respectivement en charge du développement et de la promotion des applications nucléaires, d'une part, et de la sûreté et la sécurité des installations et activités nucléaires, d'autre part.

Dans la continuité du plan d'action approuvé par le Conseil des gouverneurs de l'AIEA en septembre 2011 et visant à renforcer la sûreté à l'échelle mondiale en prenant en compte les enseignements tirés de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'AIEA concentre notamment ses travaux sur deux domaines d'activité : les normes de sûreté et les missions d'examen par les pairs.

Normes de sûreté

Les normes de sûreté de l'AIEA décrivent les principes et pratiques de sûreté que la grande majorité des États membres utilisent comme base de leur réglementation nationale. Cette activité est supervisée par la Commission sur les normes de sûreté de l'AIEA (*Commission on Safety Standards – CSS*), mise en place en 1996. La CSS est composée de 24 représentants au plus haut niveau des autorités de sûreté, nommés pour 4 ans. Elle coordonne le travail de cinq comités chargés d'élaborer des documents dans leur domaine respectif : le NUSCC (*Nuclear Safety Standards Committee*) pour la sûreté des réacteurs, le RASSC (*Radiation Safety Standards Committee*) pour la radioprotection, le TRANSSC (*Transport Safety Standards Committee*) pour la sûreté des transports de substances radioactives, le WASSC (*Waste Safety Standards Committee*) pour la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et l'EPRSC (*Emergency Preparedness and Response Standards Committee*) pour la préparation et la coordination en cas de situation d'urgence radiologique. La France, représentée par l'ASN, est présente dans chacun de ces comités, qui se réunissent deux fois par an. Des représentants des divers organismes français concernés participent également aux groupes techniques qui rédigent ces documents. Du fait de la situation sanitaire, les 47^e et 48^e réunions de la CSS ainsi que les réunions des cinq comités se sont déroulées à distance. Ce mode de travail, quelque peu dégradé du fait de la limitation des possibilités d'échange direct entre délégués, a permis de poursuivre l'essentiel des travaux sur l'élaboration des normes et a en outre été l'occasion d'un partage d'expérience sur la gestion de la sûreté dans le contexte épidémique.

Missions d'examen par les pairs

L'AIEA propose aux États membres des missions d'examen par les pairs dans le domaine de la sûreté. Ces services consistent en des missions d'experts organisées par l'AIEA dans les pays demandeurs. Chaque équipe d'auditeurs est constituée d'experts provenant d'autres pays membres et de l'AIEA. Ces audits s'établissent à partir du référentiel des normes de sûreté de l'AIEA. Plusieurs types d'audit sont proposés, notamment les missions IRRS (*Integrated Regulatory Review Service*) consacrées au cadre

réglementaire national de la sûreté nucléaire et au fonctionnement de l'autorité de sûreté, les missions Osart (*Operational Safety Review Team*), auxquelles participent des experts provenant d'exploitants de centrales nucléaires, consacrées à la sûreté des centrales nucléaires en exploitation, enfin, les missions ARTEMIS, dédiées aux programmes nationaux de gestion des déchets radioactifs et du combustible usé. Les résultats des audits sont formalisés dans un rapport transmis au pays demandeur et peuvent comprendre différents niveaux de recommandations ainsi que de reconnaissance de bonnes pratiques. Il appartient au pays demandeur de tenir compte des recommandations émises par les experts. Une mission de suivi dont le but est de constater l'état d'avancement de la prise en compte des recommandations est organisée entre 18 mois et 3 ans après la mission initiale, en fonction du type d'audit. L'actualité de l'ASN concernant ces missions est présentée ci-après.

Missions IRRS

Les [missions IRRS](#) portent sur l'analyse de tous les aspects du cadre régissant la sûreté nucléaire et l'activité d'une autorité de sûreté. L'ASN est favorable à la mise en œuvre de ces évaluations par les pairs à un rythme régulier et souhaite que leurs résultats aient un large écho. On notera que les pays membres de l'Union européenne sont déjà soumis, en application des dispositions de la directive 2009/71/Euratom modifiée en 2014, à des examens par les pairs périodiques et obligatoires de leur organisation générale en matière de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Du fait de la situation sanitaire à l'échelle mondiale, très peu de missions IRRS ont pu se tenir en 2020 ; les missions auxquelles aurait dû participer l'ASN ont été reportées.

Par ailleurs, l'ASN a fait connaître à l'AIEA son souhait d'accueillir en France une mission IRRS sur le champ complet de ses activités au premier semestre 2024.

Missions Osart

En France, la réalisation de missions Osart, dédiées à la sûreté de l'exploitation des centrales nucléaires, est demandée par l'ASN à l'AIEA en coordination avec l'exploitant des centrales nucléaires EDF.

En raison de la crise sanitaire, la mission Osart initialement prévue en novembre et décembre 2020 à la centrale de Paluel (Normandie) a été reportée à la fin de l'année 2021.

Les formations régionales et les missions d'assistance

L'ASN répond à des sollicitations du secrétariat de l'AIEA, en particulier pour participer à des formations régionales en radioprotection et à des missions d'assistance. Les bénéficiaires sont souvent des pays de culture francophone.

Par ailleurs, toujours sous l'égide de l'AIEA, l'ASN est aussi investie dans le [RCF](#) (*Regulatory Cooperation Forum*). Ce forum, créé en 2010, vise à mettre en contact les autorités de sûreté de pays primo-accédants dans le domaine nucléaire avec les autorités de sûreté de grands pays nucléaires, afin d'identifier leurs besoins et de coordonner le soutien à apporter, en veillant à ce que les principes fondamentaux en matière de sûreté nucléaire (indépendance du régulateur, cadre légal et réglementaire adapté, etc.) soient respectés.

En 2020, outre l'examen attentif de la situation des autorités de sûreté du Bangladesh, de Biélorussie, du Ghana, du Maroc et de la Pologne, le RCF a renforcé sa coopération avec l'Union européenne (ICSN) et avec des forums « régionaux » d'autorités de sûreté.

L'harmonisation des outils de communication

L'ASN participe au comité consultatif INES, instance composée d'experts dans l'évaluation du caractère significatif des événements en radioprotection et sûreté nucléaire, chargé de conseiller l'AIEA et les représentants nationaux INES de pays membres sur l'utilisation de l'[échelle INES](#) (*International Nuclear and Radiological Event Scale*), et ses évolutions. Elle a été, à ce titre, fortement impliquée dans les travaux de révision du manuel de l'échelle INES récemment publié par l'AIEA, dont la précédente édition datait d'une dizaine d'années. En plus de mises à jour prenant en compte l'avancée des connaissances scientifiques, cette révision inclut aussi des lignes directrices pour la communication liée à l'utilisation de l'échelle, ainsi que pour son application lors d'une crise.

De manière générale, l'ASN s'investit fortement dans les différentes actions menées par l'AIEA en apportant un soutien significatif à certaines initiatives, notamment celles qui ont été développées après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

La gestion des situations d'urgence nucléaire et radiologique

L'ASN participe aux travaux de l'AIEA visant à améliorer la notification et l'échange d'informations en cas de [situation d'urgence radiologique](#).

Dans ce cadre, l'ASN participe aux exercices que l'AIEA organise pour tester les dispositions opérationnelles de la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et de la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique appelés « exercices au titre des conventions » ou « [exercices ConvEx](#) ». Ces exercices, qui sont notamment conçus pour permettre à tous les participants d'acquérir une expérience pratique et de comprendre les procédures de préparation et de conduite de ces interventions, sont de trois types :

- les exercices ConvEx-1, destinés en particulier à tester les lignes de communication d'urgence établies avec les points de contact dans les États membres ;
- les exercices ConvEx-2, conçus pour tester des éléments particuliers du cadre international de préparation et de conduite des interventions d'urgence ainsi que les dispositions et outils d'évaluation et les pronostics dans les situations d'urgence ;
- les exercices ConvEx-3 visant à évaluer les dispositions d'intervention d'urgence et les moyens d'action en place pour faire face à une situation d'urgence grave pendant plusieurs jours.

En 2020, l'ASN a participé à deux exercices de type ConvEx-1 et ConvEx-2.

En outre, l'ASN collabore à la définition de la stratégie, des besoins et des moyens d'assistance internationale et au développement du réseau de réponse aux demandes d'assistance, le [réseau RANET](#) (*Response Assistance Network*).

3.2 L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN)

Créée en 1958, l'[AEN](#) regroupe aujourd'hui 36 pays membres parmi les pays les plus industrialisés. Son principal objectif est d'aider les pays membres à maintenir et à approfondir les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre, respectueuse de l'environnement et économique de l'énergie nucléaire.

Au sein de l'AEN, l'ASN est notamment impliquée dans les travaux du Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CNRA). Elle participe également au Comité de radioprotection et de santé publique, au Comité de gestion des déchets radioactifs, au Comité sur le démantèlement des installations nucléaires et

la gestion des situations historiques ainsi qu'à plusieurs groupes de travail du Comité sur la sûreté des installations nucléaires.

Les différents comités de l'AEN coordonnent des groupes de travail auxquels prennent part les experts des pays membres. Au sein du CNRA, l'ASN contribue aux groupes de travail portant sur les pratiques en matière d'inspection, sur l'expérience acquise au cours de l'exploitation, sur la réglementation des nouveaux réacteurs, sur la culture de sûreté, sur les codes et les normes, ainsi que sur la communication publique des autorités de sûreté.

3.3 Le programme multinational d'évaluation des nouveaux modèles de réacteur (MDEP)

Le [MDEP](#) (*Multinational Design Evaluation Programme*) est une association d'autorités de sûreté créée en 2006 par l'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire américaine (*Nuclear Regulatory Commission – NRC*). MDEP vise à partager l'expérience et les approches dans le domaine de l'évaluation réglementaire de nouveaux modèles de réacteurs pour contribuer à une harmonisation des normes de sûreté et de leur mise en œuvre.

Les membres du programme

Avec l'intégration de l'Argentine en 2017, le MDEP regroupe actuellement 16 autorités de sûreté nationales : AERB (Inde), ARN (Argentine), ASN (France), CCSN (Canada), FANR (Émirats Arabes Unis), HAEA (Hongrie), NNR (Afrique du Sud), NNSA (Chine), NRA (Japon), NRC (États-Unis), NSSC (Corée du Sud), ONR (Royaume-Uni), *Rostekhnadzor* (Fédération de Russie), SSM (Suède), STUK (Finlande), TAEK (Turquie).

L'organisation

Définies par un comité stratégique, les orientations des travaux menés au sein du MDEP sont mises en œuvre par un comité de direction technique, présidé depuis 2014 par un directeur général adjoint de l'ASN. Les travaux sont réalisés au sein de groupes de travail dédiés aux principales conceptions de réacteurs nucléaires actuellement en construction dans le monde : le réacteur européen à eau pressurisée (*Evolutionary Power Reactor – EPR*) de Framatome, l'AP-1000 de l'américain Westinghouse, l'APR-1400 coréen, le VVER russe et le HPR-1000 (Hualong) chinois. Un groupe de travail transverse porte sur l'inspection des fournisseurs de composants nucléaires (*Vendor Inspection Cooperation Working Group – VICWG*).

Chacun des groupes dédiés à un modèle de réacteur réunit les autorités de sûreté des pays réalisant ou envisageant la construction de réacteurs de ce type. Le groupe EPR auquel participe l'ASN réunit les autorités du Royaume-Uni, de la Finlande, de la Chine, de l'Inde et de la Suède.

Les activités en 2020

En 2020, les membres du programme et son secrétariat technique, l'AEN, constatant la fin des travaux relatifs à plusieurs modèles de réacteurs, ont engagé une réflexion sur le futur cadre du MDEP à partir de 2022, année de clôture du programme. En effet, huit des seize membres, dont l'ASN, s'en retireront à la fin 2021 et, seules les activités liées aux réacteurs VVER et HPR-1000 se poursuivront. Les modalités de la coopération internationale entre les autorités de sûreté concernées dans le domaine de l'exploitation des réacteurs EPR au sein d'un nouveau cadre restent à définir.

Enfin, dans le cadre cette évolution, il est prévu de transférer les activités sur l'inspection des fournisseurs de composants nucléaires (VICWG) au comité CNRA (voir *supra*) de l'AEN.

3.4 L'Association internationale des autorités de sûreté nucléaire (INRA)

L'association [INRA](#) (*International Nuclear Regulators Association*) regroupe les dirigeants des autorités d'Allemagne, du Canada, de Corée du Sud, d'Espagne, des États-Unis, de France, du Japon, du Royaume-Uni et de Suède. Cette association permet des échanges réguliers et informels sur les actualités de ces différents pays et

4. Les conventions internationales

L'ASN assure le rôle de point de contact national et d'autorité compétente pour les deux conventions de sûreté nucléaire qui ont trait respectivement aux centrales nucléaires (Convention sur la sûreté nucléaire) et au combustible usé et aux déchets radioactifs (Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs). De plus, l'ASN est l'autorité compétente pour les deux conventions dédiées à la gestion opérationnelle des conséquences d'éventuels accidents (la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique).

4.1 La Convention sur la sûreté nucléaire

La [Convention sur la sûreté nucléaire](#) a été l'un des résultats de discussions internationales engagées en 1992 dans le but de contribuer à maintenir un niveau élevé de sûreté nucléaire dans le monde.

Cette convention fixe un certain nombre d'objectifs en matière de sûreté nucléaire et définit des mesures visant à les atteindre. Signée par la France en 1994, la Convention sur la sûreté nucléaire est entrée en vigueur le 24 octobre 1996. Elle compte 90 parties contractantes à la fin 2020.

Les objectifs de la convention sont d'atteindre et maintenir un haut niveau de sûreté nucléaire dans le monde entier, d'établir et de maintenir, dans les installations nucléaires, des défenses efficaces contre les risques radiologiques potentiels et de prévenir les accidents pouvant avoir des conséquences radiologiques et de limiter leurs conséquences. Les domaines abordés par la convention font partie depuis longtemps de la démarche française de sûreté nucléaire.

En 2015, les parties contractantes à la convention, prenant acte des enseignements de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi, ont adopté la [déclaration de Vienne sur la sûreté nucléaire](#). Cette déclaration, qui reprend largement les principes de la directive européenne sur la sûreté des installations nucléaires, fixe des objectifs de sûreté nucléaire précis et ambitieux visant à prévenir de nouveaux accidents nucléaires dans le monde et à en limiter les conséquences radiologiques.

La convention prévoit l'organisation triennale de réunions d'examen des parties contractantes destinées à développer la coopération et les échanges d'expérience.

En tant qu'autorité compétente, l'ASN coordonne la participation française à cet exercice triennal d'examen par les pairs, en étroite relation avec les partenaires institutionnels et industriels concernés. Ce travail de coordination concerne l'élaboration du rapport national, l'analyse des rapports des autres parties contractantes et la participation aux réunions d'examen.

Le rapport français pour la 8^e réunion d'examen des parties contractantes de la convention a été remis en août 2019 et publié à cette date sur le [site Internet de l'ASN](#). En raison de la crise sanitaire, cette réunion d'examen n'a pu se tenir en mars 2020 ; elle a été reportée en 2023.

sur les prises de position relatives à des enjeux internationaux communs. Elle se réunit deux fois par an dans le pays qui en assure la présidence, chaque pays l'assurant pendant un an à tour de rôle.

En 2020, quatre réunions à distance ont eu lieu. Elles ont permis aux membres d'échanger principalement sur la gestion et les conséquences, au plan de la sûreté, de la crise sanitaire liée à la Covid-19.

4.2 La Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs

La [Convention commune](#) est l'analogue de la Convention sur la sûreté nucléaire pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs issus des activités nucléaires civiles. La France l'a signée le 29 septembre 1997, et elle est entrée en vigueur le 18 juin 2001. Cette convention compte 83 parties contractantes à la fin 2020. Comme la convention sur la sûreté nucléaire, elle est basée sur un mécanisme d'examen par les pairs comprenant la remise par chaque partie contractante d'un rapport national triennal, soumis à l'examen des autres parties contractantes, ainsi que la tenue d'une réunion d'examen des parties contractantes.

Le rapport français, dont l'élaboration est coordonnée par l'ASN, a été remis à l'AIEA en octobre 2020 et est publié sur le [site Internet de l'ASN](#). L'ASN a par ailleurs débuté, fin 2020 et avec l'appui de l'IRSN, l'examen des rapports nationaux des autres parties contractantes.

En raison de la crise sanitaire, la 7^e réunion d'examen de la convention commune prévue en mai 2021 a été reportée à l'été 2022.

4.3 La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire

La [Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire](#) est entrée en vigueur le 27 octobre 1986, six mois après l'accident de Tchernobyl, et compte 127 parties contractantes à fin 2020.

Les parties contractantes s'engagent à informer, dans les délais les plus rapides, la communauté internationale de tout accident ayant entraîné une dispersion de substances radioactives incontrôlée dans l'environnement, susceptible d'affecter un État voisin. À cette fin, l'AIEA propose aux États membres un outil permettant la notification et l'assistance en cas d'urgence radiologique. L'ASN a contribué activement à l'élaboration de cet outil, [USIE](#) (*Unified System for Information Exchange in Incidents and Emergencies*), présent au centre d'urgence de l'ASN et testé à chaque exercice.

La [directive interministérielle du 30 mai 2005](#) précise les modalités d'application en France de ce texte et confie à l'ASN la mission d'autorité nationale compétente. Il appartient ainsi à l'ASN de notifier les événements sans délai aux institutions internationales, de fournir rapidement les informations pertinentes sur la situation, en particulier aux pays frontaliers pour leur permettre de prendre les mesures nécessaires de protection des populations, et enfin de fournir aux ministres concernés une copie des notifications et des informations transmises ou reçues.

4.4 La Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique

La [Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire](#) ou de situation d'urgence radiologique est entrée en vigueur le 26 février 1987 et compte 122 parties contractantes à fin 2020.

Son objectif est de faciliter les coopérations entre les pays dans le cas où l'un d'entre eux serait affecté par un accident ayant des conséquences radiologiques. Cette convention a déjà été mise en œuvre à plusieurs reprises à l'occasion d'accidents d'irradiation dus à des sources radioactives abandonnées. En particulier, la France a déjà pris en charge le traitement, par des services médicaux spécialisés, de victimes de tels accidents.

C'est à ce titre que, à la suite de l'explosion survenue dans le port de Beyrouth le 4 août 2020, le gouvernement libanais a sollicité l'aide de l'AIEA, au travers de son réseau d'assistance RANET

afin, notamment, d'examiner les pertes potentielles d'intégrité de sources radioactives à vocation médicale ou industrielle. Sollicitée à son tour par l'AIEA, l'ASN a soumis une proposition d'assistance en lien avec l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, le ministère de l'Europe et des Affaires étrangères et la direction des relations internationales du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA). La mission, qui s'est rendue à Beyrouth du 11 au 18 septembre, n'a mis en évidence aucune anomalie radiologique.

5. Le cadre bilatéral des relations internationales de l'ASN

L'ASN collabore avec une vingtaine d'autorités de sûreté étrangères dans le cadre d'accords bilatéraux. Ces accords sont dans la plupart des cas des arrangements administratifs bilatéraux entre l'ASN et ses homologues, mais ils font parfois partie d'accords gouvernementaux plus larges (cas de l'Allemagne, de la Suisse, de la Belgique et du Luxembourg).

Les pays avec lesquels l'ASN entretient des relations privilégiées sont, d'une part les pays limitrophes, en particulier ceux dont la frontière est située à proximité d'une installation nucléaire française et, d'autre part les grands pays nucléaires et les pays disposant de technologies nucléaires françaises.

Les relations bilatérales permettent des échanges d'information à plusieurs niveaux. Tout d'abord, au niveau stratégique, notamment au travers de réunions bilatérales de haut niveau, les échanges portent sur les points de doctrine et de la réglementation et sur l'actualité de chaque autorité (évolutions organisationnelles et réglementaires, événements, retour d'expérience, etc.). Des échanges ont également lieu aux niveaux technique et opérationnel, en particulier, lors d'ateliers thématiques ou d'observations croisées d'inspections qui permettent de comparer les pratiques plus en détail et, le cas échéant, de relever celles dont l'ASN peut s'inspirer.

La crise sanitaire qui a touché l'ensemble des pays n'a pas permis à l'ASN de maintenir avec ses homologues la même dynamique de réunions bilatérales que celle des années précédentes, en

particulier au cours du premier semestre 2020. Par la suite, plusieurs réunions bilatérales ont pu être conduites à distance dans des formats adaptés. Ce mode de réunion, ainsi que les échanges intensifiés d'information *via* le courrier électronique, ont permis à l'ASN d'entretenir un niveau de relations avec ses homologues relativement satisfaisant, s'appuyant tout particulièrement sur les dynamiques préexistantes.

Le retour d'expérience de la gestion de la sûreté du fait de la situation sanitaire a été un thème d'échange systématique avec les homologues de l'ASN tout au long de cette année. Les autres thèmes qui ont dominé les échanges ont été notamment les quatrièmes réexamens périodiques de sûreté des réacteurs ainsi que les sujets liés au démantèlement et à la gestion des déchets radioactifs.

5.1 La coopération bilatérale entre l'ASN et ses homologues étrangers

ALLEMAGNE

Établie dans un cadre intergouvernemental, la commission franco-allemande (DFK) implique plusieurs autorités compétentes tant au niveau national que préfectoral. À l'échelle de l'ASN, elle implique à la fois les services centraux et la division de Strasbourg. En complément des réunions plénières de la commission, deux groupes de travail se réunissent régulièrement, l'un dédié à la sûreté des centrales nucléaires situées en zone frontalière, l'autre à la gestion des situations d'urgence.

L'ASN organise un atelier franco-allemand sur le thème des 4^e réexamens périodiques des centrales nucléaires

Un atelier sur le thème des quatrièmes réexamens périodiques des centrales nucléaires françaises s'est tenu sur deux demi-journées les 7 et 11 décembre 2020, dans le cadre du groupe de travail sur la sûreté des réacteurs de la Commission franco-allemande. Cet atelier était ouvert à un large éventail de participants, notamment parmi les commissions d'experts allemandes. Ainsi, 35 participants du BMU (ministère fédéral en charge de l'environnement et de la sûreté nucléaire), de la RSK (commission d'expertise allemande sur les réacteurs), du GRS (l'appui technique du BMU), des autorités du Land Bade-Württemberg, de l'IRSN et de l'ASN ont pris part à cet atelier, organisé à distance en raison de la crise sanitaire.

L'objectif pour l'ASN était de partager les informations et les bonnes pratiques associées à la procédure de réexamen de sûreté, notamment du point de vue de l'implication du public, ainsi que les approches de certains volets techniques des réexamens, tels que la maîtrise du

vieillessement ou le renforcement vis-à-vis des agressions naturelles. Pour les participants allemands, l'atelier était une occasion de s'informer de l'état de la situation en France, de l'avancement et du contenu technique des réexamens des réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe), d'en tirer des enseignements et d'anticiper les questions du public allemand.

La première demi-journée de l'atelier a été consacrée à la présentation par l'ASN et l'IRSN des différentes thématiques associées aux réexamens de sûreté : processus, aspects juridiques et transfrontaliers, implication du public, volets techniques. Les questions collectées dans la partie allemande ont ensuite été abordées en détail lors de la deuxième demi-journée.

L'atelier a été particulièrement bien accueilli par les participants allemands qui ont souligné l'intérêt, la transparence et la qualité des échanges.

En 2020, la commission et ses groupes de travail se sont réunis les 15 et 16 décembre, à distance. La réunion plénière de la commission, en format réduit, a été l'occasion de présenter l'évolution de la situation dans chacun des deux pays et de planifier les réunions de 2021. Un atelier franco-allemand sur la thématique des quatrièmes réexamens de sûreté des centrales nucléaires françaises s'est également tenu (voir encadré).

BELGIQUE

L'ASN coopère sur l'ensemble des sujets de son domaine de compétence avec son homologue de l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire (AFCN) belge. Cela se traduit par des actions de coopération tant au niveau national que local, avec certaines divisions de l'ASN. Le comité directeur franco-belge n'a pu se réunir en 2020.

L'AFCN et la division de Lille ont réalisé deux inspections en France sur l'organisation de la radioprotection des travailleurs en radiographie industrielle à Outreau et sur la radiologie interventionnelle dans un service de cardiologie d'urgence d'une clinique d'Amiens.

CANADA

Le 6 novembre 2020 s'est tenue une visioconférence entre les présidents des autorités de sûreté nucléaires canadienne (CCSN) et française (ASN) au cours de laquelle ont été évoqués les projets de petits réacteurs modulaires, l'égalité femme/homme et le projet d'échange de personnel entre les deux autorités.

CHINE

En 2020, les échanges avec l'Autorité de sûreté nucléaire chinoise (NNSA) ont porté essentiellement sur la préparation du renouvellement de l'accord de coopération et la préparation des échanges à avoir en 2021, notamment la réunion bilatérale et des inspections croisées concernant le contrôle des centrales nucléaires en exploitation.

ESPAGNE

Le 26 novembre 2020, une réunion bilatérale, à distance, a été organisée entre l'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire espagnole (CSN). Les conditions d'amélioration de la culture d'anticipation et de précaution des populations, la perception par les publics du rôle des autorités en cas de situation d'urgence, le rôle de l'expertise dans la prise de décision et l'acceptation sociétale de

mesures de protection ont notamment été discutés. Les évolutions d'organisation des autorités de sûreté et les modalités de contrôle ont également été à l'ordre du jour des échanges.

ÉTATS-UNIS

En février 2020, l'ASN a accueilli, à Montrouge, le commissaire de l'Autorité de sûreté américaine (NRC) David A. Wright pour un entretien avec un membre du Collège ainsi qu'une visite d'installations sur le site du CEA de Saclay sur les thèmes du démantèlement et de la reprise de déchets anciens et des recherches sur le combustible nucléaire tolérant aux accidents.

Le 2 décembre 2020, a été organisée en visioconférence, la 11^e réunion bilatérale entre l'ASN et la NRC. Lors de cette réunion, les échanges ont notamment porté sur les actualités nationales et réglementaires respectives, les projets et enjeux du démantèlement, les projets de nouveaux réacteurs nucléaires (EPR-2), l'expérience de la NRC en matière d'autorisation de petits réacteurs modulaires (SMR) ainsi que sur les échanges de personnel entre les deux autorités. Olivier Gupta, président de WENRA, a également dressé un point d'actualité des activités de WENRA.

FINLANDE

Les 17 et 18 novembre 2020, une réunion technique entre l'ASN et l'Autorité de sûreté finlandaise (STUK) a été organisée en visioconférence. Les discussions ont porté essentiellement sur les sujets techniques d'actualité des EPR dans chacun des deux pays.

JAPON

La réunion annuelle avec l'Autorité de sûreté japonaise (NRA) prévue en septembre n'a pu se tenir. De même, des visites techniques impliquant la division de Lyon de l'ASN ont dû être reportées. Les échanges d'information à distance sur les sujets d'actualité des deux autorités ont cependant été nourris (gestion de la sûreté durant la crise sanitaire, autorisation d'exploitation de l'usine de traitement du combustible de Rokkasho, extension du plan particulier d'intervention de La Hague, gestion des eaux traitées de Fukushima, etc.). En outre, à l'invitation de la NRA, un commissaire de l'ASN a participé à Tokyo et à Fukushima à une réunion préparatoire de l'événement commémoratif des 10 ans de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.



Réunion bilatérale entre l'Autorité de sûreté nucléaire espagnole et l'ASN 26 novembre 2020



LUXEMBOURG

La Commission mixte franco-luxembourgeoise de sécurité nucléaire a tenu sa 18^e réunion **le 4 février 2020** au siège de l'ASN à Montrouge. Composée à la fois des autorités compétentes des niveaux national et préfectoral et des ministères des Affaires étrangères, la Commission a échangé sur les développements récents intervenus dans les deux pays dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, dont le bilan de l'année 2019 de la centrale nucléaire de Cattenom, l'actualité dans le domaine médical (approche graduée, inspections en radiothérapie, dossiers de justification des nouvelles pratiques), les réexamens des réacteurs du parc nucléaire français ou encore la préparation et la gestion des situations d'urgence, notamment le retour d'expérience de l'exercice de crise conduit à la centrale nucléaire de Chooz.

POLOGNE

Dans le cadre de la visite officielle du président de la République en Pologne, le président de l'ASN, Bernard Doroszczuk, a rencontré son homologue, le Dr Młynarkiewicz, **le 3 février 2020**. L'entretien a porté sur la poursuite de la coopération entre l'ASN et la [PAA](#), notamment dans le cadre de la future construction de réacteurs électronucléaires en Pologne. La réunion bilatérale prévue en 2020 n'a pu se tenir.

RUSSIE

La réunion bilatérale prévue en avril à Moscou avec l'Autorité de sûreté russe ([Rostechнадзор](#)) a été annulée, de même que les réunions techniques et les visites de site prévues à la centrale nucléaire de Leningrad. Ces réunions et échanges techniques seront, dans la mesure du possible, reprogrammés en 2021.

SUÈDE

La rencontre annuelle entre l'ASN et son homologue suédoise, la [SSM](#), prévue en 2020 a dû être reportée à 2021. Les deux autorités se sont toutefois rencontrées virtuellement en octobre 2020 lors d'échanges techniques avec la division d'Orléans. Ces échanges ont principalement porté sur la gestion des activités courantes pendant la crise sanitaire et plus particulièrement sur les pratiques d'inspection.

SUISSE

Établie dans un cadre intergouvernemental, la commission franco-suisse implique plusieurs autorités nationales compétentes tant au niveau national que préfectoral. Cette commission ne s'est pas réunie en 2020 en raison de la crise sanitaire. À l'échelle de l'ASN, cette commission implique à la fois les services centraux et les divisions de Lyon et de Strasbourg.

6. Perspectives

L'année 2020 a été, au plan international, une année perturbée pour l'ASN compte tenu de la crise sanitaire mondiale. Celle-ci a en effet conduit à des modifications notables des conditions de préparation et de réalisation des échanges internationaux. Dans un contexte difficile, l'ASN a toutefois réussi à maintenir, même à distance, les échanges avec ses homologues.

En 2021, et sous réserve de l'évolution de la situation sanitaire, l'ASN veillera à maintenir une dynamique d'échanges, tant avec les pays européens que les pays asiatiques (Japon, Chine, Corée du Sud) ou du continent nord-américain (États-Unis et Canada). Elle renforcera l'identification des sujets qu'elle considère comme prioritaires à aborder dans de tels échanges pour partager expérience et bonnes pratiques. Le retour d'expérience de la crise sanitaire fera sans aucun doute l'objet d'échanges nourris.

5.2 Les actions d'assistance de l'ASN dans un cadre bilatéral

L'ASN peut être conduite à répondre à des demandes d'assistance dans le cadre d'actions bilatérales avec l'autorité de sûreté du pays concerné, en complément des instruments européens (ICSN) et internationaux (RCF). L'objectif de cette coopération est l'acquisition, par les pays bénéficiaires, de la culture de sûreté et de la transparence indispensables à un système national de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Le contrôle de la sûreté nucléaire doit reposer sur des compétences nationales et, de ce fait, l'ASN n'intervient qu'en soutien à l'établissement d'un cadre national adéquat et sans que l'autorité de sûreté qu'elle conseille ne se décharge de ses responsabilités de contrôle des installations nucléaires. Elle accorde une attention particulière aux pays se dotant de technologies dont elle a l'expérience en France.

L'ASN estime que le développement d'une infrastructure de sûreté adaptée nécessite un délai minimum d'une quinzaine d'années avant que puisse démarrer l'exploitation, dans de bonnes conditions, d'un réacteur nucléaire de production d'électricité. Il s'agit en effet pour ces pays de mettre en place un cadre législatif et une autorité de sûreté indépendante et compétente, disposant des moyens financiers et humains pour accomplir leurs missions, et de développer des compétences en matière de sûreté, de culture de sûreté et de contrôle ainsi que de gestion des situations d'urgence radiologique. En 2020, l'ASN s'est investie dans un projet ICSN, au bénéfice de la Turquie.

5.3 Échanges de personnels entre l'ASN et ses homologues étrangers

La connaissance du fonctionnement et des pratiques des autorités de sûreté et de radioprotection étrangères permet de tirer des enseignements pertinents pour le fonctionnement de l'ASN et de compléter la formation des personnels. Un des moyens utilisés pour atteindre cet objectif est l'échange de personnel, en général, sur des périodes de 1 à 3 ans. Cette immersion dans les activités et le fonctionnement de l'Autorité de sûreté homologue constitue un moyen unique de partage sur les sujets d'intérêt commun. Depuis le 8 janvier 2018, un agent de l'ASN est ainsi mis à disposition de la Commission de réglementation nucléaire des États-Unis (NRC) pour une durée de 3 ans tandis qu'un agent de la NRC en poste à la direction des déchets, des installations de recherche et du cycle de l'ASN a terminé sa mise à disposition en mars 2020. En outre, depuis le 1^{er} janvier 2019, un inspecteur expérimenté de l'ASN est détaché auprès de l'Autorité de sûreté britannique (ONR). Un échange de ce type est actuellement envisagé avec l'Autorité de sûreté canadienne à compter de fin 2021.

Au plan européen, l'ASN poursuivra son investissement afin de contribuer à la finalisation de la réflexion stratégique d'HERCA dans le but de mieux répondre aux enjeux actuels de la radioprotection. L'ASN contribuera par ailleurs, au sein de WENRA et d'ENSREG, aux travaux préparatoires au deuxième examen thématique par les pairs, appelé par la directive sur la sûreté nucléaire, qui portera sur la maîtrise des risques liés à l'incendie. Cette action constituera pour l'ASN l'une de ses priorités dans le domaine international.

CHAPITRE

07

LES UTILISATIONS MÉDICALES DES RAYONNEMENTS IONISANTS



1	Les activités nucléaires à finalité médicale P. 208		
1.1	Les différentes catégories d'activité	3.3.3	La gestion des sources
1.2	Les situations d'exposition en milieu médical	3.3.4	Les situations d'urgence et la gestion des dysfonctionnements
1.2.1	L'exposition des professionnels	3.3.5	Les événements déclarés en curiethérapie
1.2.2	L'exposition des patients	4	La médecine nucléaire P. 223
1.2.3	L'exposition de la population	4.1	La présentation des activités de médecine nucléaire
1.2.4	L'impact sur l'environnement	4.1.1	Le diagnostic <i>in vivo</i>
1.2.5	Les événements significatifs de radioprotection	4.1.2	Le diagnostic <i>in vitro</i>
1.2.6	Les enjeux et les priorités de contrôle	4.1.3	La radiothérapie interne vectorisée
1.2.7	Les actions de contrôle menées dans le contexte de la crise sanitaire	4.1.4	La recherche impliquant la personne humaine en médecine nucléaire
1.3	La réglementation	4.2	Les règles d'aménagement des installations de médecine nucléaire
1.3.1	La réglementation générale	4.3	L'état de la radioprotection en médecine nucléaire
1.3.2	Les dispositifs médicaux et les médicaments radiopharmaceutiques	4.3.1	La radioprotection de conformité des professionnels de médecine nucléaire
1.3.3	La radioprotection des patients	4.3.2	La radioprotection des patients en médecine nucléaire
1.3.4	Le régime administratif	4.3.3	La protection de la population et de l'environnement
1.3.4	Le régime administratif	4.3.4	Les événements déclarés en médecine nucléaire
2	La radiothérapie externe P. 213	5	Les pratiques interventionnelles radioguidées P. 229
2.1	La présentation des techniques	5.1	Présentation du parc et des équipements
2.1.1	La radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle	5.2	Les règles techniques d'aménagement des locaux
2.1.2	La radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité	5.3	L'état de la radioprotection dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées
2.1.3	La radiothérapie en conditions stéréotaxiques	5.3.1	La radioprotection des professionnels
2.1.4	La radiothérapie réalisée à l'aide d'un accélérateur linéaire couplé à un système d'imagerie par résonance magnétique	5.3.2	La radioprotection des patients
2.1.5	La radiothérapie de contact	5.3.3	Les événements déclarés en relation avec les pratiques interventionnelles radioguidées
2.1.6	La radiothérapie peropératoire	6	Le radiodiagnostic médical et dentaire P. 234
2.1.7	L'hadronthérapie	6.1	La présentation des équipements
2.2	Les règles techniques applicables aux installations de radiothérapie externe	6.1.1	Le radiodiagnostic médical
2.3	L'état de la radioprotection en radiothérapie externe	6.1.2	Le radiodiagnostic dentaire
2.3.1	La radioprotection des professionnels de radiothérapie externe	6.2	Les règles techniques d'aménagement des installations de radiodiagnostic médical et dentaire
2.3.2	La radioprotection des patients en radiothérapie	6.3	L'état de la radioprotection: focus sur le scanner
2.3.3	Les événements déclarés en radiothérapie externe	6.4	Les événements déclarés en radiodiagnostic médical et dentaire
3	La curiethérapie P. 220	7	Les irradiateurs de produits sanguins ... P. 237
3.1	La présentation des techniques	7.1	Description
3.1.1	La curiethérapie à bas débit de dose (ou <i>Low Dose-Rate</i> – LDR)	7.2	Les règles techniques applicables aux installations
3.1.2	La curiethérapie à débit de dose pulsé (ou <i>Pulsed Dose-Rate</i> – PDR)	8	Synthèse et perspectives P. 237
3.1.3	La curiethérapie à haut débit de dose (ou <i>High Dose-Rate</i> – HDR)		
3.2	Les règles techniques applicables aux installations de curiethérapie		
3.3	L'état de la radioprotection en curiethérapie		
3.3.1	La radioprotection des professionnels		
3.3.2	La radioprotection des patients		

Les utilisations médicales des rayonnements ionisants

Depuis plus d'un siècle, la médecine fait appel, tant pour le diagnostic que pour la thérapie, à des rayonnements ionisants produits par des générateurs électriques ou par des radionucléides en sources scellées ou non scellées. Leur intérêt et leur utilité ont été établis depuis longtemps,

mais ces techniques contribuent de façon significative à l'exposition de la population aux rayonnements ionisants. Elles représentent, en effet, la deuxième source d'exposition pour la population (après l'exposition aux rayonnements naturels) et la première source d'origine artificielle (voir chapitre 1).

1. Les activités nucléaires à finalité médicale

1.1 Les différentes catégories d'activité

Les activités nucléaires à finalité thérapeutique, notamment celles dédiées au traitement du cancer, comprennent la radiothérapie externe, la curiethérapie et la radiothérapie interne vectorisée⁽¹⁾.

Les activités nucléaires à finalité diagnostique regroupent la scanographie, la radiologie conventionnelle, la radiologie dentaire et la médecine nucléaire diagnostique.

Les pratiques interventionnelles utilisant les rayonnements ionisants (pratiques interventionnelles radioguidées) regroupent différentes techniques utilisées principalement pour des actes médicaux ou chirurgicaux invasifs, à but diagnostique, préventif ou thérapeutique.

Ces différentes activités, avec les techniques utilisées, sont présentées aux points 2 à 7.

1.2 Les situations d'exposition en milieu médical

1.2.1 L'exposition des professionnels

Les risques liés à l'utilisation des [rayonnements ionisants](#), pour les professionnels du milieu médical, sont d'abord des risques d'exposition externe, générés par les dispositifs médicaux (appareils contenant des sources radioactives, générateurs de rayons X ou accélérateurs de particules) ou par des sources scellées ou non scellées (notamment après administration de médicaments radiopharmaceutiques – MRP⁽²⁾). En cas d'utilisation de sources non scellées, le risque de contamination interne doit également être pris en compte dans l'évaluation des risques (en médecine nucléaire et en laboratoire de biologie).

Selon les données collectées en 2019 par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), 229 172 personnes travaillant dans les domaines des activités médicales et vétérinaires ont fait l'objet d'une surveillance dosimétrique de leur exposition. La dose individuelle moyenne annuelle est de 0,3 millisievert (mSv). Cette dose est stable par rapport à 2017 et 2018.

Les activités de radiologie (radiodiagnostic et radiologie interventionnelle) regroupent l'effectif le plus important (45%) des personnels de santé exposés, avec une dose individuelle moyenne annuelle assez faible de 0,2 mSv. La médecine nucléaire représente 3% des effectifs, mais la dose individuelle moyenne annuelle corps entier de ces professionnels est de 0,8 mSv. 16 922 personnels (7,4%) ont bénéficié d'une dosimétrie des extrémités.

La dose moyenne aux extrémités est de 13,94 mSv, elle a doublé par rapport à 2018 (6,22 mSv).

1.2.2 L'exposition des patients

La situation d'exposition du patient diffère selon que l'on considère les applications médicales à visée diagnostique ou thérapeutique. Dans le premier cas, il est nécessaire d'optimiser l'exposition aux rayonnements ionisants pour délivrer la dose minimale afin d'obtenir une information diagnostique pertinente ou pour réaliser l'acte interventionnel prévu; dans le second cas, il faut délivrer la dose la plus forte possible, nécessaire pour obtenir la destruction des cellules tumorales ciblées, tout en préservant au mieux les tissus sains voisins.

Cependant, dans tous les cas, la maîtrise des doses délivrées lors des examens d'imagerie et des traitements est un impératif, qui repose notamment sur les compétences des professionnels en radioprotection des patients, mais aussi sur les procédures d'optimisation et le maintien des performances des équipements.

En [imagerie médicale](#), la maîtrise des doses demeure une priorité pour l'ASN qui, à la suite d'un premier plan engagé en 2011, a publié le [24 juillet 2018 un nouvel avis](#), assorti d'un [second plan](#), afin de poursuivre la promotion d'une culture de radioprotection auprès des professionnels (voir chapitre 1).

1.2.3 L'exposition de la population

Hors situation incidentelle, l'impact potentiel des applications médicales des rayonnements ionisants est susceptible de concerner :

- les personnes du public, à proximité des installations qui émettent des rayonnements ionisants;
- les personnes proches de patients ayant bénéficié d'un traitement ou d'un examen de médecine nucléaire, faisant notamment appel à des radionucléides à vie courte tels que l'iode-131, ou d'une curiethérapie par l'iode-125;
- les personnels des réseaux d'assainissement et les stations d'épuration susceptibles d'être exposés à des effluents ou déchets produits par des services de médecine nucléaire.

Les données disponibles sur l'impact de ces rejets sur la population (personnes extérieures à l'établissement de santé) conduisent à des doses estimées de quelques dizaines de microsieverts par an pour les personnes les plus exposées, notamment les personnels travaillant dans les réseaux d'assainissement et les stations d'épuration (études IRSN, 2005 et 2014).

1. La radiothérapie interne vectorisée vise à administrer un médicament radiopharmaceutique dont les rayonnements ionisants délivrent une dose importante à un organe cible dans un but curatif ou palliatif.

2. Un MRP est un médicament contenant un ou plusieurs radionucléides. Les MRP peuvent être utilisés à des fins diagnostiques (scintigraphie) ou thérapeutiques (radiothérapie interne vectorisée).

1.2.4 L'impact sur l'environnement

Les informations disponibles, qui portent sur la [surveillance radiologique de l'environnement](#) assurée par l'IRSN, en particulier la mesure du rayonnement gamma ambiant, ne mettent globalement pas en évidence de niveau significatif d'exposition au-delà des variations du bruit de fond de la radioactivité naturelle. Toutefois, la mesure de la radioactivité de l'eau des grands fleuves ou des stations d'épuration des grandes agglomérations fait ponctuellement apparaître la présence, au-dessus des seuils de mesure, de radionucléides utilisés en médecine nucléaire (par exemple : iode-131).

En revanche, aucune présence de ces radionucléides n'a été mesurée dans les eaux destinées à la consommation humaine (voir chapitre 1).

1.2.5 Les événements significatifs de radioprotection

Les événements significatifs de radioprotection (ESR) sont déclarés à l'ASN depuis 2007. Ces déclarations permettent un retour d'expérience de plus en plus riche vers les professionnels participant à l'amélioration de la radioprotection dans le domaine médical. En 2020, l'ASN a publié deux bulletins [La sécurité du patient](#) intitulés « [Sécuriser le circuit du médicament en médecine nucléaire](#) » et « [Antécédents de radiothérapie](#) », ainsi que trois fiches de retour d'expérience, l'une en médecine nucléaire, « [Choix du canal de calibration de l'activimètre](#) », et les deux autres en radiothérapie, « [Surdosage lors d'une radiothérapie de localisations intracrâniennes multiples en conditions stéréotaxiques](#) » et « [Irradiation fortuite à distance du volume cible faisant suite à un dysfonctionnement lors de la délinéation des volumes](#) ». Ces documents ont été largement diffusés en France. Par ailleurs, les [avis d'incidents](#) sont publiés sur [asn.fr](#).

Depuis juillet 2015, les services de radiothérapie peuvent [télédéclarer](#) les ESR. [Teleservices.asn.fr](#) a été étendu à l'ensemble du domaine médical en avril 2017. Ce portail est intégré dans le portail unique des vigilances créé par le ministère de la santé.

En 2020 le nombre d'ESR déclarés à l'ASN dans le domaine médical est de 532 (graphique 1) et est inférieur à celui de 2019 (617). Cette baisse du nombre total de déclarations par rapport à 2019 concerne toutes les activités. Le contexte de la pandémie de Covid-19 est vraisemblablement l'un des facteurs explicatifs dans la mesure où l'activité médicale a été réduite au cours de cette

période. Toutefois, cette hypothèse ne pourra être confortée que lorsque les données d'activités de soins seront publiées. L'ASN rappelle l'importance des démarches de déclaration des événements significatifs de radioprotection pour dresser un retour d'expérience commun et faire progresser la radioprotection.

Les graphiques 2, 3 et 4 permettent d'illustrer, par catégorie d'activité, la répartition du nombre des ESR en 2020 et leur évolution depuis 2010, ainsi que la répartition des événements par domaine d'exposition (impact sur l'environnement, exposition de la population, exposition des patients, exposition des professionnels), et par catégorie d'activité concernée.

Les événements déclarés proviennent principalement des services de scanographie (31 %), de radiothérapie (23 %) et de médecine nucléaire (25 %).

Par ailleurs, ils concernent principalement l'exposition de patients (65 %) et l'exposition de fœtus de femmes enceintes ignorant leur état de grossesse (24 %).

Au vu des événements déclarés à l'ASN en 2020, les constats les plus significatifs du point de vue de la radioprotection sont :

- pour les professionnels : les pratiques interventionnelles radioguidées (exposition externe des opérateurs, en particulier au niveau des mains) avec des dépassements de limites de dose et la médecine nucléaire (contamination de travailleurs, exposition externe) ;
- pour les patients :
 - la radiothérapie avec des surdosages liés, notamment, à des erreurs de cibles, de latéralité ou de fractionnement ;
 - la médecine nucléaire, avec des erreurs d'administration de médicaments radiopharmaceutiques ;
- pour le public et l'environnement : la médecine nucléaire, avec des pertes de sources, des fuites au niveau de canalisations ou de dispositifs de confinement des effluents radioactifs.

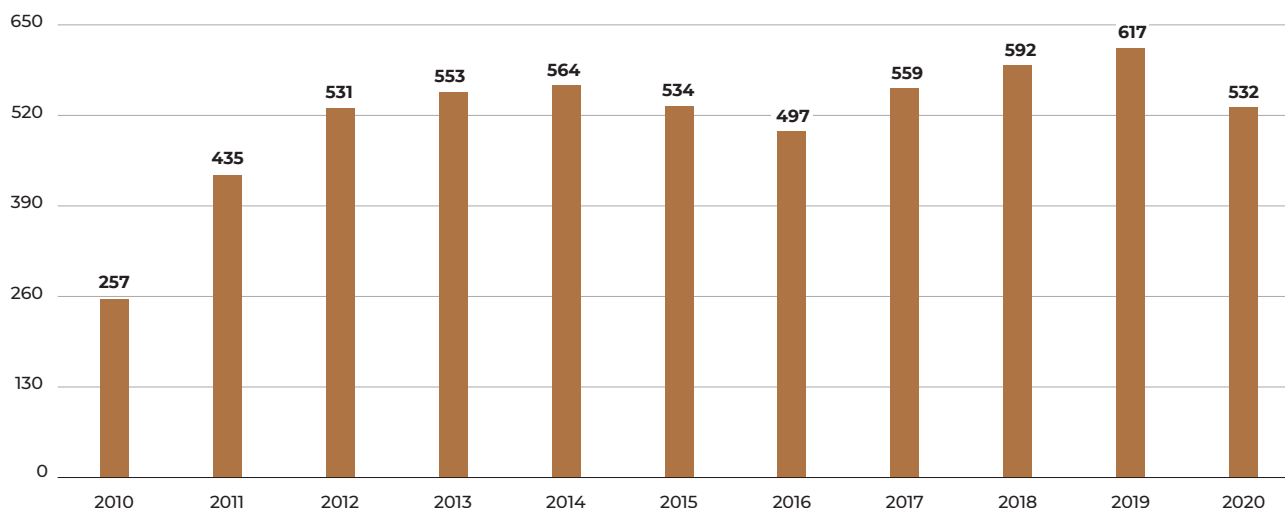
Des informations détaillées par catégorie d'activité sont fournies dans les points 2 à 6.

1.2.6 Les enjeux et les priorités de contrôle

Afin d'établir ses priorités en matière de contrôle, l'ASN a procédé à une classification des activités nucléaires en fonction des enjeux pour les patients, le personnel, la population et l'environnement. Cette classification tient compte plus particulièrement des doses délivrées ou administrées aux patients, des conditions d'utilisation

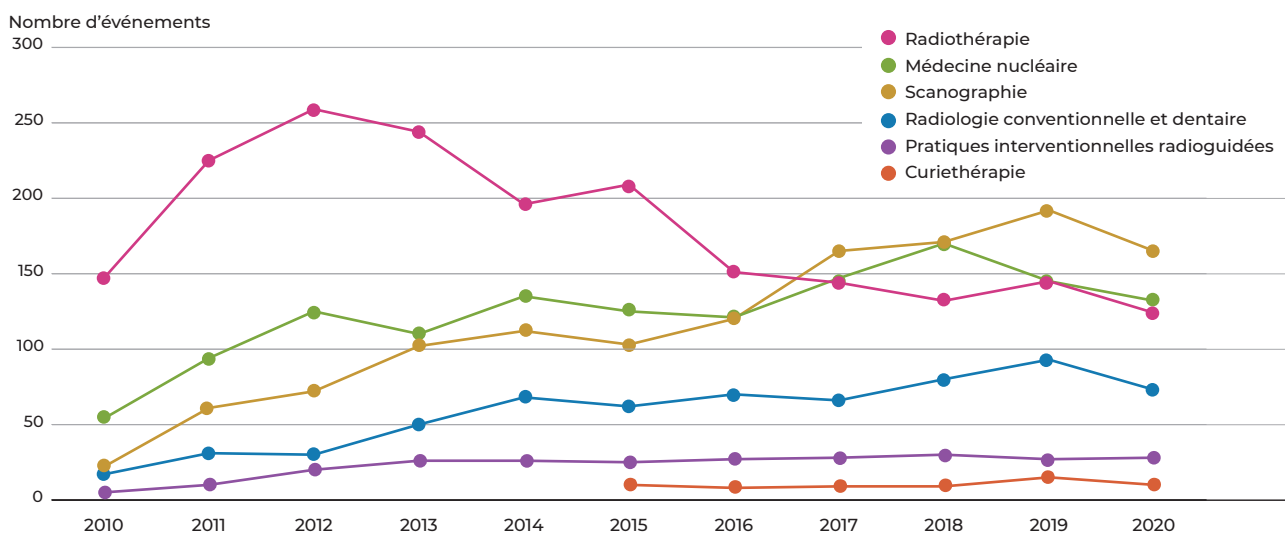
GRAPHIQUE 1

Évolution du nombre de déclarations annuelles d'ESR de 2010 à 2020



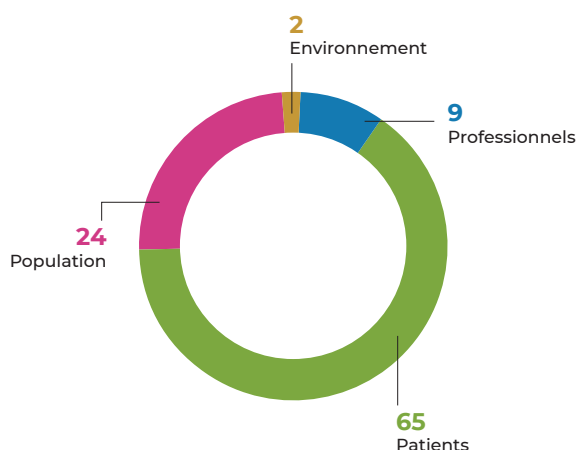
GRAPHIQUE 2

Nombre d'ESR par catégorie d'activité au cours de la période 2010-2020



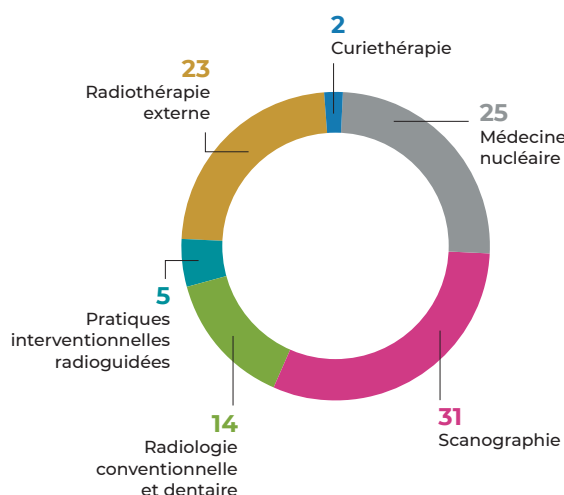
GRAPHIQUE 3

Répartition (en %) des ESR par domaine d'exposition en 2020



GRAPHIQUE 4

Répartition (en %) des ESR par catégorie d'activité concernée en 2020



des sources de rayonnements ionisants par les professionnels, d'un impact possible sur l'environnement, des événements significatifs déclarés à l'ASN et de l'état de la radioprotection dans les établissements où ces activités sont exercées.

Sur la base de cette classification (tableau 1), l'ASN considère que les priorités de son contrôle doivent porter sur la radiothérapie externe, la curiethérapie, la médecine nucléaire et les pratiques interventionnelles radioguidées.

À partir de 2018, l'ASN a mis en œuvre une nouvelle stratégie d'inspection dans le domaine médical, fondée sur des vérifications systématiques de dispositions réglementaires concernant la radioprotection des travailleurs, des patients et du public. Ces vérifications portent sur un nombre limité de points de contrôle, assortis d'indicateurs permettant de réaliser des évaluations aux niveaux régional et national. Cette démarche est complétée d'investigations plus approfondies portant sur des thèmes spécifiques définis dans un cadre annuel ou pluriannuel.

L'état de la radioprotection en milieu médical a été évalué essentiellement sur la base des indicateurs associés aux points de contrôle.

1.2.7 Les actions de contrôle menées dans le contexte de la crise sanitaire

La crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 et les périodes de confinement ont conduit l'ASN à adapter son contrôle, tel que décrit au chapitre 3. Dans le domaine médical, particulièrement affecté en raison de la prise en charge des patients atteints de la Covid-19, l'ASN a suspendu toutes ses inspections sauf exception au cours de la première période de confinement. Des modalités particulières de contrôles ont ensuite été définies. Tout contrôle, qu'il soit sur site ou à distance, a fait l'objet d'un échange préalable avec le responsable de l'activité nucléaire afin de vérifier que les établissements sanitaires disposaient des équipes nécessaires pour que l'inspection puisse être réalisée.



INCIDENCE COVID

DIFFICULTÉS RENCONTRÉES PAR LES RESPONSABLES D'ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DANS L'APPLICATION DES OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES

Les responsables d'activités nucléaires, confrontés à de nombreuses difficultés, n'ont pas été en mesure de respecter l'ensemble de leurs obligations réglementaires. Dès le mois de mars 2020, l'ASN a anticipé ces difficultés. Elle a travaillé avec, d'une part, les sociétés savantes (représentant les radiothérapeutes, les médecins médicaux et les médecins nucléaires), les constructeurs et mainteneurs de dispositifs médicaux, d'autre part, les institutions (ministère de la santé, du travail, Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé – ANSM, Haut Conseil de la santé publique – HCSP – et Institut national du cancer – INCa) pour définir les mesures à prendre dans le domaine de la radioprotection.

Des recommandations ont ainsi été émises par les différentes sociétés savantes pour adapter les organisations de prise en charge des patients compatibles avec les double contraintes de radioprotection et d'hygiène (regroupement des patients Covid-19 en fin de journée, gestion de la salle d'attente en médecine nucléaire) et prendre en compte les éventuelles tensions liées à un manque de professionnels (absence). Par exemple, il a été

toléré en radiothérapie que les manipulateurs au pupitre soient, pour les traitements les plus simples, au nombre de trois agents pour deux accélérateurs, alors que les exigences réglementaires en requièrent deux par accélérateur. De même, les contrôles de qualité des dispositifs médicaux ont également donné lieu à un travail collégial et les contrôles incontournables à effectuer ont été définis dans l'attente de pouvoir réaliser l'ensemble des contrôles requis.

Par ailleurs, outre les mesures réglementaires prises par le Gouvernement ([ordonnance n° 2020-306 du 25 mars 2020](#)) ayant assoupli certaines exigences portant notamment sur les délais imposés aux responsables d'activités nucléaires pour réaliser certains contrôles ou la formation en application du code de la santé publique ou du travail (contrôles de radioprotection, durée de validité des formations de renouvellement à la radioprotection), l'ANSM a diffusé une [information mentionnant la possibilité d'un aménagement de la fréquence des contrôles de qualité externes, des audits de contrôle interne et externe, ainsi que des contrôles internes](#).

07



INCIDENCE COVID

ADAPTATION DES MODALITÉS DE CONTRÔLE DANS LES ÉTABLISSEMENTS SANITAIRES

Les autorisations d'activité nucléaire délivrées par l'ASN dans le domaine médical

La pandémie de Covid-19 a nécessité, de la part des établissements de santé, une adaptation des modalités d'organisation de la prise en charge des patients compatibles avec les double contraintes de radioprotection et d'hygiène. Les services ont ainsi dû recourir à des équipements ou utiliser des locaux dans des conditions non couvertes par les autorisations de détention et d'utilisation des sources radioactives. Les scanners des services de médecine nucléaire ou de radiothérapie ont par exemple été utilisés à des fins de diagnostic (scanner thoracique en particulier), dans le cadre de la prise en charge des patients suspectés d'être infectés par la Covid-19. De même, les chambres radioprotégées RIV (radiothérapie interne vectorisée) en médecine nucléaire ou anciennement PDR en curiethérapie ont accueilli des patients atteints de la Covid-19 car elles ont l'avantage d'être individuelles et d'avoir des modalités de filtration d'air adaptées à la gestion du risque viral dans la mesure où elles sont en dépression. On citera par exemple la validation, par un radiologue et un physicien médical, de la nouvelle utilisation à visée diagnostique d'un scanner de médecine nucléaire ou de radiothérapie, ou encore le renforcement des contrôles de non-contamination des locaux.

Par ailleurs, les modalités d'instruction et de délivrance des autorisations ont été adaptées: réduction du nombre de pièces exigibles au moment du dépôt de la demande, de la durée de validité de l'autorisation ou encore du délai de l'instruction. Des autorisations de détention et d'utilisation de scanner ont ainsi pu être délivrées en 24h lorsque les circonstances le nécessitaient.

Les inspections

Afin de poursuivre son contrôle en toute sécurité pour les agents de l'ASN et les personnels rencontrés durant l'inspection, l'ASN a défini, dès le mois d'avril 2020, de nouvelles modalités d'inspections. Selon les situations rencontrées dans les établissements, les inspections ont été conduites classiquement sur site, complètement à distance ou dans un format conjuguant les deux modalités. Les pièces à demander et les points de contrôles documentaires à opérer en amont de l'inspection ont été définis en les adaptant aux activités nucléaires (radiothérapie, pratiques interventionnelles radioguidées, médecine nucléaire, scanographie). Les interactions habituellement réalisées en salle, comme les réunions de synthèse, ont été organisées en visioconférence.

TABLEAU 1

Classification des activités nucléaires à finalité médicale selon les enjeux de radioprotection

ACTIVITÉS	PATIENTS	PROFESSIONNELS	POPULATION ET ENVIRONNEMENT
Radiothérapie externe	3	1	1
Curiethérapie	2	2	2
Radiothérapie interne vectorisée	3	2	3
Pratiques interventionnelles radioguidées	2 à 3 selon les actes	2 à 3 selon les actes	1
Médecine nucléaire diagnostique	1 à 2 selon les actes	2 à 3 selon les actes	2
Scanographie	2	1	1
Actes radioguidés sur table télécommandée en service de radiologie	1	1	1
Radiologie conventionnelle	1	1	1
Radiologie dentaire	1	1	1

1: pas d'enjeu ou enjeu faible – 2: enjeu modéré – 3: enjeu fort

TABLEAU 2

Travaux réglementaires en cours dans le domaine de la radioprotection des patients

	TEXTE EXISTANT	TRAVAUX EN COURS
Assurance de la qualité en radiothérapie	Décision n° 2008-DC-0103 du 1^{er} juillet 2008	En cours de révision pour actualisation
Qualifications des médecins ou chirurgiens-dentistes qui réalisent des actes utilisant des rayonnements ionisants à des fins médicales ou de recherche impliquant la personne humaine, aux qualifications requises pour être désigné médecin coordonnateur d'une activité nucléaire à des fins médicales ou pour demander une autorisation ou un enregistrement en tant que personne physique	Décision n° 2020-DC-0694 du 8 octobre 2020	En cours d'homologation
Liste des activités à finalité médicale utilisant des dispositifs médicaux émetteurs de rayonnements ionisants soumises au régime d'enregistrement et les prescriptions relatives à ces activités	Décision n° 2021-DC-0704 du 4 février 2021	En cours d'homologation

1.3 La réglementation

1.3.1 La réglementation générale

La protection des personnels qui interviennent dans les installations où sont utilisés des rayonnements ionisants à des fins médicales est [encadrée](#) par les dispositions du code du travail ([articles R. 4451-1 à R. 4451-135 du code du travail](#)).

Afin d'assurer la protection du public et des travailleurs, les installations où sont utilisés les dispositifs médicaux émetteurs de rayonnements ionisants doivent, de plus, satisfaire aux règles techniques définies dans les [décisions de l'ASN](#) (voir points 4 à 7).

1.3.2 Les dispositifs médicaux et les médicaments radiopharmaceutiques

Les dispositifs médicaux émetteurs de rayonnements ionisants (appareils électriques et accélérateurs de particules), utilisés dans le cadre d'une activité nucléaire à finalité médicale, doivent satisfaire aux exigences essentielles définies dans le code de la santé publique ([articles R. 5211-12 à R. 5211-24](#)). Le marquage CE, qui atteste de la conformité à ces exigences essentielles, est obligatoire. À la suite d'évolutions technologiques, l'[arrêté du 15 mars 2010](#) fixant les exigences essentielles applicables aux dispositifs médicaux a été modifié, pour renforcer les dispositions concernant l'affichage de la dose en imagerie. Le nouveau règlement européen 2017/745 entrera en vigueur le 26 mai 2021 et sa mise en œuvre s'étalera jusqu'en mai 2027. Il concernera les dispositifs médicaux implantables (exemple des microsphères utilisées en médecine nucléaire).

Les médicaments radiopharmaceutiques (MRP) utilisés en médecine nucléaire bénéficient d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) délivrée par l'[ANSM](#) ou par l'Agence européenne des médicaments ([EMA](#)). Dans l'attente de l'obtention d'une AMM, ils peuvent bénéficier d'une autorisation temporaire d'utilisation (ATU), nominative ou de cohorte.

Le suivi des sources (sources radioactives dont les MRP, dispositifs électriques émetteurs de rayonnements ionisants, accélérateurs de particules) est soumis aux règles spécifiques figurant dans le code de la santé publique ([articles R. 1333-152 à R. 1333-164](#)).

1.3.3 La radioprotection des patients

La justification et l'optimisation – La protection des patients bénéficiant d'examens d'imagerie médicale ou d'actes thérapeutiques utilisant les rayonnements ionisants est encadrée par des dispositions spécifiques du code de la santé publique ([articles R. 1333-45 à R.1333-80](#)). Le principe de justification des actes et le principe d'optimisation des doses délivrées constituent le socle de cette réglementation. Cependant, contrairement aux autres applications des rayonnements ionisants, le principe de limitation de la dose ne s'applique pas aux patients, du fait de la nécessité d'adapter, pour chaque patient, la dose délivrée à l'objectif thérapeutique recherché ou d'obtenir une image de qualité satisfaisante pour permettre le diagnostic.

Le [Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale](#), élaboré par la Société française de radiologie ([SFR](#)) et la Société française de médecine nucléaire et imagerie moléculaire ([SFMN](#)), apporte une aide au médecin pour choisir l'examen le plus adapté en

fonction de la symptomatologie, des diagnostics évoqués et des antécédents du patient. Il prend en compte les preuves de la performance diagnostique de l'examen dans chacune des situations (analyse des publications internationales), le caractère irradiant ou non de l'examen, ainsi que les doses correspondantes. Aucune technique n'est universelle; celle qui est performante pour un organe ou une fonction de cet organe le sera moins pour un autre, et inversement.

L'ASN continue de mettre à jour, voire de compléter, le cadre réglementaire par des dispositions spécifiques en matière d'optimisation, d'assurance de la qualité, de formation et de qualification.

1.3.4 Le régime administratif

Le [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) a apporté les précisions nécessaires à la mise en œuvre du nouveau régime de procédures

applicable aux activités nucléaires de proximité: en application de l'[article L. 1333-7 du code de la santé publique](#), un troisième régime d'autorisation « simplifiée » dit « d'enregistrement » sera mis en place dès 2021, en plus des régimes existants de déclaration et d'autorisation.

La liste des activités médicales soumises à enregistrement a été définie, sur la base des enjeux de radioprotection (tableau 1), par la [décision n° 2008-DC-0103 de l'ASN du 1^{er} juillet 2008](#). Ce régime sera ainsi appliqué à la scanographie et aux pratiques interventionnelles radioguidées, activités à enjeux en ce qui concerne la radioprotection. La radiologie conventionnelle et la radiologie dentaire continueront à bénéficier du régime de déclaration. Le régime d'autorisation sera maintenu pour la radiothérapie externe, la curiethérapie et la médecine nucléaire, diagnostique et thérapeutique.

2. La radiothérapie externe

2.1 La présentation des techniques

La [radiothérapie](#) est, avec la chirurgie et la chimiothérapie, l'une des techniques majeures employées pour le traitement des tumeurs cancéreuses. Plus de [200 000 patients](#)⁽³⁾ sont traités chaque année, ce qui représente près de 4,2 millions de séances d'irradiation. La radiothérapie met en œuvre les rayonnements ionisants pour la destruction des cellules malignes (et, dans un nombre de cas limité, non malignes). Les rayonnements ionisants nécessaires pour la réalisation des traitements sont produits par un générateur électrique ou émis par des radionucléides sous forme de sources scellées. On distingue la radiothérapie externe, où la source de rayonnement est extérieure au patient (accélérateur de particules ou source radioactive, par exemple Gamma Knife®), de la [curiethérapie](#), où la source est positionnée au plus près de la lésion cancéreuse.

Le parc des installations de radiothérapie externe comporte, en 2020, 536 accélérateurs de particules, répartis dans 174 centres de radiothérapie soumis à une autorisation de l'ASN. L'Observatoire national de la radiothérapie (INCa, 2019), recense 819 radiothérapeutes en 2019.

Les séances d'irradiation sont toujours précédées par l'élaboration du plan de traitement dans lequel sont définis précisément, pour chaque patient, outre la dose à délivrer, le(s) volume(s) cible(s) à traiter, les volumes à risque à protéger, la balistique des faisceaux d'irradiation et la répartition prévisionnelle des doses (dosimétrie). L'élaboration de ce plan, qui a pour but de fixer les conditions permettant d'atteindre une dose élevée dans le volume cible tout en préservant les tissus sains environnants, nécessite une coopération étroite entre l'oncologue-radiothérapeute, le médecin médical mais aussi, le cas échéant, les dosimétristes.

L'irradiation est effectuée, dans la très grande majorité des traitements, à l'aide d'accélérateurs linéaires de particules avec un bras isocentrique, émettant des faisceaux de photons produits sous une tension variant de 4 à 25 mégavolts (MV), ou d'électrons d'énergie comprise entre 4 et 25 mégaélectronvolts (MeV), et délivrant des débits de dose pouvant varier de 2 à 6 grays par minute (Gy/min). Certains accélérateurs linéaires de dernière génération peuvent délivrer des débits de dose beaucoup plus élevés, allant jusqu'à 25 Gy/min (pour les faisceaux de photons).

En 2020, l'ASN a délivré 95 autorisations. Pour la plupart, il s'agissait de la mise à jour de l'autorisation existante.

2.1.1 La radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle

Cette technique utilise des images tridimensionnelles des volumes cibles et des organes avoisinants obtenues à l'aide d'un scanner, parfois en association avec d'autres examens d'imagerie (tomographie par émission de positrons – TEP, imagerie par résonance magnétique nucléaire – IRM, etc.). Au cours d'une radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle, la forme de chaque faisceau est fixe, et la dose délivrée par chaque faisceau est homogène à l'intérieur du champ de traitement délimité par le collimateur multilame.

Dans son [Guide de recommandations pour la pratique de la radiothérapie externe et de la curiethérapie](#) (Recorad) paru en septembre 2016, la Société française de radiothérapie oncologique (SFRO) considère que cette technique d'irradiation est utilisée comme technique de base par tous les centres français pour l'ensemble des patients traités à visée curative. Toutefois, on note depuis plusieurs années que la proportion de traitements réalisés avec cette technique diminue au profit de la radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité.

2.1.2 La radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité

La radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (*Intensity-modulated radiotherapy* – IMRT) est une technique qui a vu le jour en France au début des années 2000. Contrairement à la radiothérapie conformationnelle 3D, les lames du collimateur se déplacent pendant l'irradiation, ce qui permet de moduler l'intensité des faisceaux en cours d'irradiation, et donc la dose délivrée, pour une meilleure adaptation à des volumes complexes et une meilleure protection des organes à risque voisins.

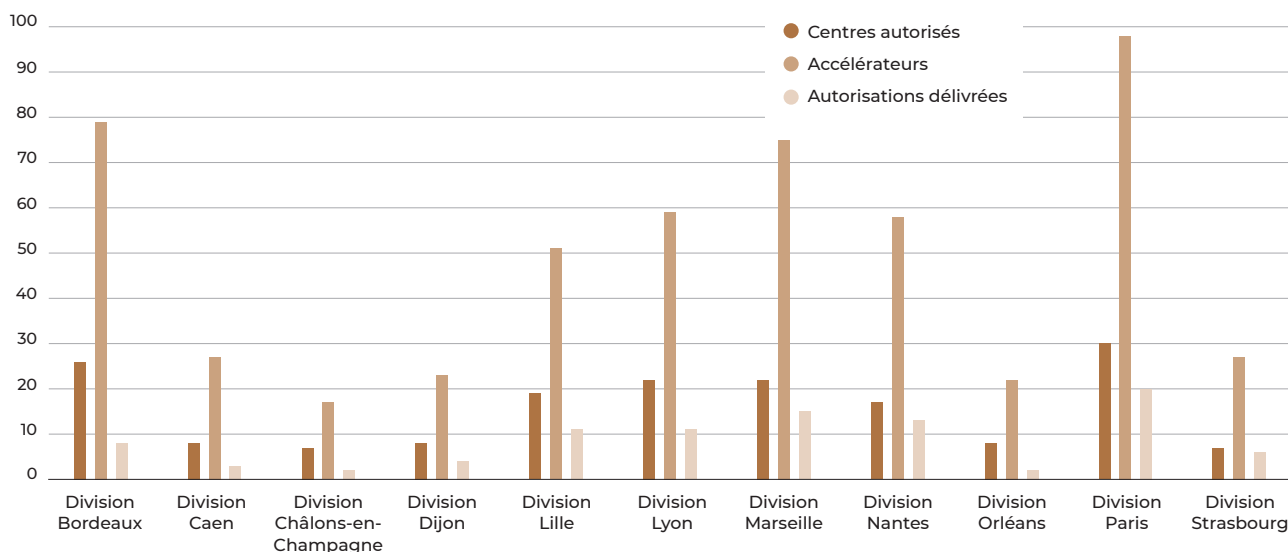
L'arcthérapie volumétrique modulée

Dans le prolongement de l'IMRT, l'arcthérapie volumétrique modulée est désormais de plus en plus fréquemment mise en œuvre en France. Cette technique consiste à réaliser l'irradiation d'un volume cible par une irradiation continue en rotation autour du patient. Au cours de l'irradiation, plusieurs paramètres peuvent varier, dont la forme de l'ouverture du collimateur multilame, le débit de dose, la vitesse de rotation du bras ou l'orientation du collimateur multilame.

3. En 2019, 205 585 personnes atteintes de cancer ont été traitées par radiothérapie pour 4 284 242 séances (source : Observatoire INCa).

GRAPHIQUE 5

Répartition, par division territoriale de l'ASN, du nombre de centres et d'accélérateurs de radiothérapie externe contrôlés et du nombre de nouvelles autorisations ou de reconductions d'autorisation par l'ASN en 2020



Cette technique, désignée sous différents termes (*Volumetric Modulated Arc Therapy* – VMAT®, RapidArc®) selon le constructeur concerné, est réalisée à l'aide d'accélérateurs linéaires conventionnels isocentriques qui disposent de cette option technologique.

La radiothérapie hélicoïdale

La radiothérapie hélicoïdale, ou tomothérapie, permet de réaliser des irradiations en combinant la rotation continue d'un accélérateur d'électrons au déplacement longitudinal du patient en cours d'irradiation. La technique utilisée se rapproche du principe des acquisitions hélicoïdales réalisées en scanographie. Un faisceau de photons émis sous une tension de 6 MV et un débit de dose de 8 Gy/min, mis en forme par un collimateur multilame permettant de réaliser une modulation de l'intensité du rayonnement, permet de réaliser des irradiations aussi bien de grands volumes de forme complexe que de lésions très localisées, éventuellement dans des régions anatomiques indépendantes les unes des autres. Le système requiert l'acquisition d'images dans les conditions du traitement à chaque séance, à des fins de comparaison avec les images scanographiques de référence pour repositionner le patient.

En 2019, 42 équipements de ce type étaient installés en France (source: Observatoire de la radiothérapie, INCa, 2019).

2.1.3 La radiothérapie en conditions stéréotaxiques

La radiothérapie en conditions stéréotaxiques est une méthode de traitement qui vise à irradier à forte dose des lésions intra ou extracrâniennes, avec une précision millimétrique, par de multiples mini-faisceaux convergeant au centre de la cible. Pour les traitements par radiothérapie stéréotaxique, la dose totale est délivrée, lors d'une séance unique ou de façon hypofractionnée, selon la maladie à traiter. Le terme de radiochirurgie est employé pour désigner les traitements réalisés en une séance unique.

Cette technique exige, d'une part, une grande précision dans la définition du volume cible à irradier, d'autre part, que le traitement soit le plus conformationnel possible, c'est-à-dire que les faisceaux d'irradiation épousent au plus près la forme de la tumeur.

Développée initialement pour le traitement de maladies non cancéreuses relevant de la neurochirurgie (malformations artérioveineuses, tumeurs bénignes) inaccessibles chirurgicalement,

elle fait appel à des techniques de repérage spécifiques afin de permettre une localisation très précise des lésions.

Elle est de plus en plus fréquemment utilisée pour le traitement de métastases cérébrales, mais aussi pour des tumeurs extracrâniennes.

Cette technique thérapeutique utilise principalement trois types d'équipements spécifiques tels que :

- le Gamma Knife® utilise plus de 190 sources de cobalt-60. Il agit comme un véritable scalpel, sur une zone extrêmement précise et délimitée (cinq unités en service);
- la radiothérapie en conditions stéréotaxiques robotisée; le CyberKnife®, constitué d'un accélérateur linéaire miniaturisé monté sur un bras robotisé (19 unités en service);
- des accélérateurs linéaires polyvalents équipés de moyens de collimation additionnels (mini-collimateurs, localisateurs) permettant la réalisation de mini-faisceaux.

2.1.4 La radiothérapie réalisée à l'aide d'un accélérateur linéaire couplé à un système d'imagerie par résonance magnétique

Un premier accélérateur linéaire couplé à un système d'IRM a été installé à l'[Institut Paoli-Calmette](#), à Marseille, en 2018.

L'association nouvelle de ces deux technologies (accélérateur linéaire et IRM) a soulevé de nouvelles questions quant à son utilisation clinique, en matière de mesure et de calcul de la dose délivrée au patient, mais aussi en matière de contrôle de la qualité du dispositif complet, portant à la fois sur l'accélérateur et l'imager. Après une expertise réalisée par l'IRSN, l'ASN a autorisé la mise en service de cette nouvelle technique fin 2018.

En 2019, deux autres centres ont été autorisés à détenir et utiliser ce type de machines. Il s'agit du [Centre Georges François Leclerc](#) à Dijon et de l'[Institut du cancer de Montpellier – Val d'Aurelle](#) à Montpellier. Il n'y a pas eu de nouvelle installation de ce type d'appareil en 2020.

2.1.5 La radiothérapie de contact

La contactthérapie, ou radiothérapie de contact, est une technique de radiothérapie externe. Les traitements sont délivrés par un appareil générateur de rayons X mettant en jeu des faisceaux de

basse énergie variant de 50 à 200 kilovolts (kV). Ces faisceaux de basse énergie sont adaptés pour le traitement des cancers cutanés, car la dose qu'ils délivrent décroît rapidement en profondeur.

2.1.6 La radiothérapie peropératoire

La radiothérapie peropératoire associe la chirurgie et la radiothérapie, la dose de rayonnement étant délivrée au bloc opératoire sur le lit tumoral au cours d'une intervention chirurgicale. Elle constitue principalement une technique de traitement des petits cancers du sein.

En avril 2016, la Haute Autorité de santé (HAS) a publié les [résultats](#) de l'évaluation de cette pratique et a conclu que les éléments ne sont pas, à ce stade, réunis pour proposer une prise en charge par l'assurance maladie. Elle considérait qu'il convient de poursuivre les études cliniques et médico-économiques pour disposer de données cliniques, notamment à plus long terme. Cette technique, mise en œuvre depuis 4 ans, se développe peu et son évaluation se poursuit.

De nouveaux dispositifs de radiothérapie peropératoire par électrons, disposant du marquage CE, ont été mis sur le marché. L'intérêt de leur utilisation, lié à une irradiation optimale de la tumeur à traiter tout en préservant au maximum les tissus sains environnants, ainsi que leur déploiement en France, feront l'objet d'une évaluation. Ce type de dispositifs doit être examiné par le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques médicales utilisant des rayonnements ionisants (Canpri) en 2021.

2.1.7 L'hadronthérapie

L'hadronthérapie est une technique de traitement fondée sur l'utilisation de faisceaux de particules chargées, protons et noyaux de carbone, dont les propriétés physiques particulières permettent d'assurer une distribution de dose très localisée lors des traitements (pic de Bragg). En comparaison avec les techniques existantes, la dose délivrée au voisinage de la tumeur à irradier est moindre, le volume de tissu sain irradié est donc drastiquement réduit. L'hadronthérapie permet le traitement spécifique de certaines tumeurs. En juin 2016, l'INCa a publié un [rapport](#) sur les indications et capacités de traitement en protonthérapie.

L'hadronthérapie par protons est utilisée actuellement en France dans trois centres :

- à l'[Institut Curie](#) d'Orsay (équipement modifié en 2016) ;
- au [Centre Antoine-Lacassagne](#) à Nice (nouvel équipement installé en 2016) ;
- au [Centre François-Baclesse \(projet ARCHADE\)](#) à Caen (mis en service en 2018).

Selon ses promoteurs, l'hadronthérapie avec des noyaux de carbone serait plus adaptée au traitement des tumeurs les plus radiorésistantes et pourrait apporter plusieurs centaines de guérisons supplémentaires chaque année. L'avantage biologique revendiqué serait dû à la très forte ionisation en fin de trajectoire de ces particules, associée à un effet moindre sur les tissus traversés avant l'atteinte du volume cible.

2.2 Les règles techniques applicables aux installations de radiothérapie externe

Les appareils doivent être implantés dans des salles spécifiquement conçues pour assurer la radioprotection des personnels ; ce sont en fait de véritables casemates (l'épaisseur des parois peut varier de 1 mètre à 2,5 mètres de béton ordinaire). Une installation de radiothérapie se compose d'une salle de traitement incluant une zone technique où se trouve l'appareillage, d'un poste de commande extérieur à la salle et, pour certains accélérateurs, de locaux techniques annexes.

La protection des locaux, en particulier de la salle de traitement, doit être déterminée de façon à respecter, autour de ceux-ci, les limites annuelles d'exposition des travailleurs et/ou du public. Une étude spécifique pour chaque installation doit être réalisée par le fournisseur de la machine, en liaison avec le physicien médical et le conseiller en radioprotection.

Cette étude permet de définir les épaisseurs et la nature des différentes protections à prévoir, qui sont déterminées en tenant compte des conditions d'utilisation de l'appareil, des caractéristiques du faisceau de rayonnements, ainsi que de la destination des locaux adjacents, y compris ceux situés à la verticale (au-dessus ou en dessous de la salle de traitement). Cette étude doit figurer dans le dossier présenté à l'ASN à l'appui de la demande d'autorisation d'utiliser une installation de radiothérapie.

En outre, un ensemble de systèmes de sécurité permet de renseigner l'opérateur sur l'état de fonctionnement de la machine (tir en cours ou non) et d'assurer l'arrêt de l'émission du faisceau en cas d'urgence ou d'ouverture de la porte de la salle d'irradiation.

L'ASN a saisi l'IRSN en 2019 afin d'évaluer les conditions actuelles de conception des locaux abritant des installations de radiothérapie externe, en particulier le bunker avec chicane. Ce dernier reste la référence, dans la mesure où il permet de réduire le blindage requis à l'entrée des conduits de ventilation et des conduits électriques et offre une meilleure sécurité en cas de perte de motorisation de la porte ou d'enfermement accidentel de personnes. Cependant, si l'exploitant dispose d'un emplacement limité, qui compromet l'installation de l'accélérateur, une chicane réduite, voire l'absence de chicane est envisageable sous certaines conditions restrictives.

Un nouveau dispositif médical dénommé ZAP-X® est en cours de marquage CE. Il est destiné à des irradiations intracrâniennes du type « radiochirurgie ». Le caractère innovant présenté par le fabricant réside dans l'autoblindage de cet accélérateur qui ne nécessiterait pas une installation dans un bunker. Ce dispositif a été présenté au Canpri, des informations complémentaires, principalement sur la radioprotection des professionnels, sont attendues. Cet appareil devra faire également l'objet d'une évaluation de la part de la HAS.

2.3 L'état de la radioprotection en radiothérapie externe

Depuis 2007, la sécurité des soins en radiothérapie constitue un domaine prioritaire de contrôle de l'ASN.

Un programme d'inspections a été défini pour la période 2020-2023, et ses orientations ont été communiquées aux sociétés savantes et administrations concernées.

Les inspections portent sur la capacité des centres à déployer une démarche de gestion des risques et, selon la situation rencontrée par les inspecteurs, la gestion des compétences, ainsi que la mise en œuvre de nouvelles techniques ou pratiques et la maîtrise des équipements.

L'ASN a poursuivi son approche graduée du contrôle :

- en diminuant, au vu des progrès réalisés dans la maîtrise de la sécurité des soins, la fréquence moyenne des inspections, qui a ainsi été portée, à partir de 2016, à une fois tous les quatre ans (au lieu de trois ans précédemment) ;
- en maintenant une fréquence plus élevée pour les centres présentant des fragilités ou des enjeux, notamment pour certains centres ayant nécessité des inspections renforcées ([Institut de cancérologie Lucien Neuwirth](#) à Saint-Priest-en-Jarez, [hôpital privé des Peupliers](#) à Paris) et une surveillance renforcée pour le [Centre privé de radiothérapie de Metz](#), devenu Institut privé de radiothérapie de Metz, courant 2019, à la suite de sa cession.

Mesures de coercition et mise sous surveillance renforcée d'établissements : des améliorations constatées par l'ASN

Les actions menées par l'ASN en matière de coercition (mises en demeure), de mise sous surveillance renforcée de certains centres de radiothérapie, ont permis une nette amélioration de leur situation. Trois exemples sont présentés ci-après concernant des centres confrontés les années précédentes à des dysfonctionnements d'ordre organisationnel.

Amélioration de la situation de l'Institut de cancérologie Lucien Neuwirth

L'Institut de cancérologie Lucien Neuwirth (ICLN), situé à Saint-Priest-en-Jarez (Loire) est un établissement public spécialisé dans la lutte contre le cancer qui exerce des activités de radiothérapie externe et de curiethérapie.

Depuis 2017, l'ASN a mis en place un suivi rapproché de cet établissement, notamment en raison des difficultés relationnelles au sein du service de radiothérapie. Ce suivi s'est notamment traduit par la réalisation de quatre inspections en 2 ans. Les réponses apportées à la suite à l'inspection des 9 et 10 juillet 2019 ont conduit l'ASN à mettre en demeure l'ICLN, le 18 décembre 2019, de se conformer à certaines dispositions réglementaires en matière d'organisation de moyens humains et de gestion des risques.

L'ICLN, représenté par son directeur et le chef du service de radiothérapie externe, a présenté le 10 février 2020, à la direction générale de l'ASN, son plan d'action en réponse à cette mise en demeure et s'est engagé à réduire son activité, dans l'attente du recrutement et de la dispensation de formations nécessaires à l'acquisition des compétences requises. Ces dispositions ont été reprises dans la décision d'autorisation délivrée à l'ICLN en juin 2020, dont l'objet principal était le transfert de la responsabilité de l'activité nucléaire du chef de service radiothérapie vers l'établissement en tant que personne morale, ainsi que la restriction de certaines activités.

Tout au long de l'année 2020, l'ASN a poursuivi son action de contrôle rapproché du site. Les améliorations constatées ont permis une reprise progressive de l'activité de l'ICLN en juillet 2020. Une inspection, conduite les 28 et 29 septembre 2020, a quant à elle permis aux inspecteurs de constater que les exigences fixées par la mise en demeure avaient été satisfaites. De manière générale, il a été relevé une amélioration de la radioprotection des patients, en matière d'organisation de la physique médicale, avec des effectifs et des compétences adaptées, ainsi qu'une mise en œuvre effective de la démarche qualité. Enfin, les relations de travail entre les professionnels se sont améliorées grâce à une implication collective de tous les corps de métiers du service de radiothérapie.

En 2021, l'ASN poursuivra le suivi de l'ICLN afin d'accompagner l'établissement dans les prochaines étapes, notamment la reprise de certaines techniques de traitement présentant plus de risques pour les patients en cas d'erreur de mise en œuvre.

Amélioration de la situation du centre de radiothérapie de l'hôpital des Peupliers

À la suite des dysfonctionnements organisationnels observés lors des inspections de mars et d'octobre 2019, le responsable des activités nucléaires de radiothérapie externe exercées à l'Hôpital privé des Peupliers, du groupe Ramsay Santé, Paris 13^e, a été mis en demeure le 10 février 2020 de se mettre en conformité avec certaines exigences réglementaires. Les dispositions retenues par le centre afin de satisfaire aux exigences ont été transmises à l'ASN aux échéances fixées et leur mise en œuvre effective ont été contrôlées les 21 et 22 septembre 2020, lors d'une

nouvelle inspection de l'ASN, concomitante à une visite de contrôle de l'Agence régionale de santé Île-de-France.

Cette inspection a permis de constater une nette amélioration de la situation du centre. Notamment, les organisations médicale, de physique médicale, du travail des manipulateurs d'électroradiologie médicale (MERM) et des assistantes des médecins ont été restructurées. Des fonctions essentielles au bon fonctionnement du centre et à l'accompagnement des professionnels ont été pourvues par des personnes impliquées, qui ont bénéficié d'un parcours d'intégration (directrice adjointe, responsable MERM, responsable opérationnelle de la qualité et assistant qualité et risque). Des instances de gouvernance, de gestion de la qualité, de concertation et de communication ont été mises en place ou redynamisées, et les décisions associées communiquées aux personnes concernées. Le système de déclaration interne des événements indésirables et de leur analyse est de nouveau fonctionnel, contribuant à l'amélioration continue de la sécurité des traitements. Enfin, la reprise d'activité a été organisée progressivement et en adéquation avec les effectifs disponibles. La mise en demeure de l'ASN a été levée sur la base de l'ensemble de ces points.

L'ASN s'assurera en 2021 que la nouvelle organisation est pérennisée dans un contexte d'activité plus soutenue.

Suites données à la mise sous surveillance renforcée du centre privé de radiothérapie de Metz

Le plateau technique du centre privé de radiothérapie de Metz (CRPM) a été repris en mai 2019 par la société Calimetz, filiale du groupe privé de cliniques Elsan, donnant naissance à l'Institut privé de radiothérapie de Metz (IRPM). L'IRPM est donc désormais titulaire de l'autorisation délivrée par l'ASN, et responsable de la gestion de la radioprotection des patients et des travailleurs. Une partie des médecins radiothérapeutes issus du CRPM poursuit son activité médicale au sein de l'IRPM dans un cadre libéral autonome.

Cette reprise a donné lieu à la mise en œuvre, par les nouveaux responsables, d'un plan de gouvernance prévoyant la mise en place d'un management local, la reprise en main de la démarche qualité et de la démarche d'analyse des risques, et la refonte des moyens informatiques. Enfin l'organisation du centre a été revue et des fonctions support ont été réintégrées en interne.

Tenant compte de ce contexte de changement important, l'ASN a maintenu en 2019 et 2020 un contrôle rapproché de l'activité de l'IRPM reposant sur des échanges réguliers et des inspections au moins annuelles. Ce contrôle a permis de constater la robustesse de la démarche entreprise par l'IRPM, qui apparaît de nature à répondre, à terme, aux conditions de levée de la surveillance renforcée sous laquelle avait été placé le centre en 2018.

Si une vigilance particulière reste nécessaire au vu de la collégialité fragile, encore marquée par les conflits passés, et de la perspective des nouveaux projets envisagés par l'IRPM, notamment la mise en œuvre de la stéréotaxie, l'ASN n'identifie plus de source de préoccupation pour la sécurité des soins qui nécessiterait une mise sous surveillance renforcée du centre.

En 2020, le programme d'inspections a été fortement impacté par la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19. L'ASN a adapté son contrôle afin de pouvoir maintenir certaines inspections à enjeux sur site. Les autres inspections ont été conduites à distance ou reportées en 2021. Ainsi, pour 2020, 49 inspections

ont été réalisées par l'ASN sur les 73 initialement programmées, représentant ainsi 28% du parc national. Comparativement, 73 inspections avaient été réalisées en 2019, soit 42% du parc national. Sur les inspections réalisées en 2020, 13 ont été conduites intégralement à distance.

Erreurs « de côté », une attention tout au long du parcours de radiothérapie du patient

Les erreurs dites « de côté » (ou erreurs de latéralité) sont des causes fréquentes d'événements significatifs de radioprotection (ESR) déclarés à l'ASN, et classés le plus souvent au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO. L'ASN avait publié en 2014 (en concertation avec les professionnels) un bulletin [La sécurité du patient](#) dédié à ce type d'erreur (n° 6).

Depuis, pour un total de 29 événements de niveau 2 et deux événements de niveau 2 et au-delà sur la période 2014-2020, 11 erreurs « de côté » ont été déclarées, dont 2 en 2020.

Ces erreurs peuvent survenir à des étapes distinctes, du début à la fin du parcours de radiothérapie d'un patient :

- lors de la prescription médicale, qu'elle soit manuscrite ou informatique, par absence de recours à des documents du dossier médical (compte-rendu chirurgical ou d'anatomie pathologie) pour contrôler la latéralité ;

- lors de l'imagerie, par erreur ou absence de positionnement gauche/droite sur les images ;
- lors de la planification dosimétrique ;
- lors de la définition des repères de positionnement du patient ;
- lors de la réalisation d'une ou plusieurs séances de radiothérapie.

Afin de prévenir ces erreurs, une traçabilité de la latéralité de l'ensemble des organes pairs est indispensable dans tous les documents et tout au long du parcours du patient. Tout doute doit être levé par une revue collégiale du dossier de radiothérapie. Enfin, la participation active du patient ou de son accompagnant tout au long du processus de traitement est également un élément essentiel pour éviter ce type d'erreur.

07

Importance de la prise en compte des antécédents de radiothérapie : exemple d'une « ré-irradiation » du fait d'un second cancer

Un événement significatif de radioprotection (ESR) survenu en septembre 2020 rappelle la nécessité de consigner dans le dossier patient informatisé les traitements antérieurs de radiothérapie pour un même patient. La patiente avait bénéficié deux ans auparavant d'un traitement pour un cancer gynécologique dans un premier centre. Prise en charge dans un deuxième centre en 2020 pour un cancer pulmonaire, les doses délivrées lors de ce traitement ont bien été définies en prenant en compte celles délivrées lors du premier traitement. En revanche, lorsque la patiente se présente en urgence, quelques mois plus tard, pour un traitement sur les lombaires, le premier traitement est alors omis dans la préparation du troisième traitement, induisant alors des recoupes de champs d'irradiation. Cet écart aurait pu être évité si les données du traitement du premier centre avaient été numérisées et intégrées au dossier informatisé du second centre en charge de la patiente.

L'efficacité des traitements anticancéreux permet à de plus en plus de patients de bénéficier de radiothérapies successives au cours de leur vie, à la suite d'une récurrence, d'un second cancer ou d'une extension de la maladie.

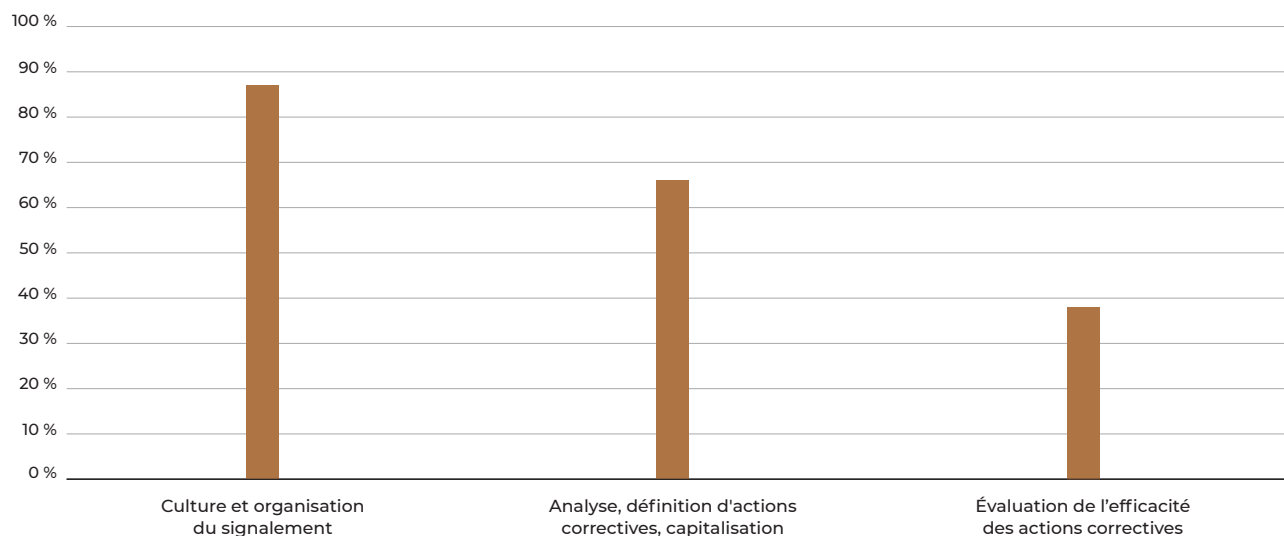
Les « ré-irradiations » peuvent s'échelonner sur des périodes allant de quelques semaines à des dizaines d'années et constituent un nouvel enjeu de radioprotection des patients et un point de vigilance pour l'ASN. Trente événements ont été déclarés à l'ASN au cours des dix dernières années, avec pour certains des conséquences graves pour les patients.

L'identification et la prise en compte d'un antécédent de radiothérapie sont parfois difficiles, voire impossibles, selon l'ancienneté du traitement antérieur et l'établissement où il a été réalisé.

Ainsi, l'ASN a publié, en juin 2020, un bulletin de [La sécurité du patient consacré aux antécédents de radiothérapie](#). Des bonnes pratiques et recommandations sont formulées, notamment la nécessité de la prise en compte des antécédents d'irradiation dans l'analyse des risques *a priori*. L'importance de disposer d'un dossier de radiothérapie complet est également soulignée et, lorsqu'un antécédent d'irradiation a été identifié, la nécessité de numériser et d'intégrer au dossier informatisé toutes les données des irradiations précédentes.

GRAPHIQUE 6

Pourcentage de conformité des installations relatif à la gestion des événements donnant lieu à la mise en œuvre d'actions correctives en 2020



2.3.1 La radioprotection des professionnels de radiothérapie externe

Lorsque les installations de radiothérapie sont correctement conçues, les enjeux de radioprotection sont limités pour les professionnels, du fait des protections apportées par les murs du local d'irradiation.

Le bilan des inspections réalisées en 2020 ne fait pas apparaître de difficulté importante dans ce secteur :

- la désignation effective des conseillers en radioprotection a été vérifiée dans la plupart des centres inspectés ;
- les contrôles techniques de radioprotection ont été réalisés dans environ 90 % des centres inspectés et sont satisfaisants.

2.3.2 La radioprotection des patients en radiothérapie

L'évaluation de la radioprotection des patients en radiothérapie est réalisée à partir des contrôles portant sur la mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins, rendu obligatoire par la [décision n° 2008-DC-0103 de l'ASN du 1^{er} juillet 2008](#). Dans le cadre des inspections, des vérifications sont réalisées depuis 2016 sur l'adéquation des ressources humaines, notamment la présence du physicien médical et les modalités d'organisation interne pour assurer le suivi et l'analyse d'événements indésirables – ou dysfonctionnements – enregistrés par les centres de radiothérapie.

La présence du physicien médical, pendant la durée des traitements, a été vérifiée dans 100 % des centres inspectés. Un plan d'organisation de la physique médicale existe également dans tous les centres inspectés, mais de qualité inégale selon les centres.

La détection des événements indésirables, leur déclaration (en interne ou à l'ASN) et leur recueil sont jugés globalement satisfaisants. De plus, l'analyse de ces événements indésirables, la définition d'actions correctives et leur capitalisation sont en net progrès : elles sont satisfaisantes dans 66 % des inspections, contre 46 % en 2019 (voir graphique 6).

L'amélioration des pratiques par le retour d'expérience et l'évaluation de l'efficacité des actions correctives ont été jugées satisfaisantes pour seulement 38 % des centres inspectés (voir graphique 6). Cela constitue toutefois une amélioration par rapport à 2019, où cette proportion n'était que de 27 %. Pour être

efficace, ces démarches doivent pouvoir réunir des représentants de l'ensemble des professionnels contribuant à la réalisation des soins. Le manque de disponibilité du personnel, en particulier médical, en limite l'efficacité.

Afin de permettre une réelle amélioration continue de la qualité et de la sécurité des soins, des progrès doivent être faits pour évaluer régulièrement les actions correctives mises en place, impliquer l'ensemble des personnels et exploiter le retour d'expérience pour réinterroger l'analyse des risques *a priori*, obligatoire en application de la décision n° 2008-DC-0103 de l'ASN du 1^{er} juillet 2008 précitée.

En complément des vérifications réalisées, la capacité d'un centre à déployer une démarche de gestion des risques a de nouveau fait l'objet d'investigations particulières en 2020. Il en ressort que :

- bien que les exigences de management de la qualité et de la sécurité dans les services de radiothérapie soient globalement respectées, des hétérogénéités persistent d'un centre à un autre. Ainsi, l'analyse des risques *a priori*, obligatoire, n'est disponible et complète que dans la moitié des centres inspectés ;
- plus généralement, à l'issue des inspections menées depuis 2016, l'ASN considère que le pilotage de la démarche de gestion des risques n'est globalement satisfaisant que dans la moitié des centres inspectés. Ce sont les centres pour lesquels la direction a défini une politique avec des objectifs opérationnels, partagés, évaluable et évalués, a communiqué sur les résultats de cette politique et alloué les ressources nécessaires, en particulier, au responsable opérationnel de la qualité.

Enfin, l'ASN constate toujours, en 2020, que les changements techniques, organisationnels ou humains ne sont pas suffisamment anticipés. L'analyse d'impact d'un changement sur l'activité des opérateurs n'est pas systématiquement réalisée, alors que ces changements peuvent fragiliser des lignes de défense mises en place. Les enseignements des inspections réalisées en 2020 montrent que, lors de la mise en place d'une nouvelle technique, les centres ne maîtrisent convenablement la conduite du projet que dans 58 % des cas et la mise en place de nouveaux équipements que dans 69 % des cas. Ces chiffres montrent malgré tout une nette progression par rapport à 2019, où seulement 40 % des services maîtrisaient convenablement la conduite du projet et 25 % la mise en place de nouveaux équipements.

Erreurs de « fractionnement » : exemple d'un surdosage lors d'un traitement pour un cancer du sein

Entre 2018 et 2020, l'ASN a été destinataire d'environ une centaine de déclarations d'événements significatifs en radioprotection (ESR) liés à un problème de fractionnement ou d'étalement de la dose à délivrer. L'enjeu de la sécurisation de ces données dans les systèmes d'enregistrement et de vérification des données est d'autant plus important que le nombre de traitements en conditions stéréotaxiques hypofractionnés est amené à se développer considérablement.

L'ASN avait publié en 2017 un bulletin [La sécurité du patient](#) dédié à ce thème (n° 10).

En 2020, un événement marquant lié à une erreur de fractionnement ayant entraîné un fort surdosage lors d'une radiothérapie pour un cancer du sein a été classé au niveau 3 de l'échelle ASN-SFRO.

La prescription du radiothérapeute prévoyait la délivrance d'une dose de 50 grays (Gy) sur la tumeur du sein droit, fractionnés en 25 séances.

L'administration d'une dose supérieure a été décelée lors de la 23^e séance, à la suite de la réalisation d'un scanner destiné à préparer la fin du traitement. À ce stade, une dose de plus de 76 Gy avait été délivrée, au lieu des 50 Gy prévus pour l'ensemble du traitement.

Il y a eu en conséquence une sur-irradiation de 53% avec effets déterministes (œdème du sein), ainsi qu'un surdosage au niveau du poumon droit, qui a reçu une dose de plus de 20 Gy, dose au-delà de laquelle la capacité

respiratoire est diminuée de façon irréversible.

L'erreur est liée à des saisies manuelles consécutives et discordantes concernant les données du traitement. La saisie d'un nombre de séances erroné dans le logiciel de planification des traitements (TPS)⁽¹⁾ a conduit à programmer des doses par séance trop importantes. Cette erreur n'a pas été détectée lors du transfert et de la validation du plan de traitement dans le logiciel *Record & Verify*⁽²⁾, dans lequel la prescription initiale était correcte.

Dès la réception de cette déclaration, une inspection a été diligentée par l'ASN, qui a relevé plusieurs facteurs à l'origine de l'événement. Des écarts ont été constatés entre les pratiques et les procédures en place, notamment concernant la procédure de validation de la dosimétrie avant la phase de traitement, laquelle n'a pas été complètement respectée. Par ailleurs, le risque lié à la retranscription manuelle du fractionnement dans le TPS n'avait pas été identifié dans l'analyse des risques *a priori* menée par le centre.

1. Le logiciel de planification de traitement (TPS) permet aux médecins médicaux et aux dosimétristes, après le contournement des volumes cibles et des organes à risque par les radiothérapeutes, d'effectuer la planification du traitement, c'est-à-dire le positionnement des faisceaux permettant d'irradier au mieux la tumeur tout en épargnant au maximum les tissus sains et critiques, ainsi que les calculs prévisionnels de la dose à délivrer.
2. Le logiciel Record & Verify est un dispositif médical permettant d'enregistrer et de sécuriser les paramètres du traitement.

07

2.3.3 Les événements déclarés en radiothérapie externe

En 2020, 124 événements significatifs de radioprotection ont été déclarés en radiothérapie. Si la baisse des événements déclarés en 2020 est probablement attribuable, pour partie, à une baisse de l'activité, l'ASN constate depuis plusieurs années une nette diminution des ESR déclarés par les services de radiothérapie. En effet, environ 200 ESR par an étaient déclarés en 2014 et 2015.

La majorité des événements déclarés en 2020 concernent la radioprotection des patients et sont, pour la plupart, sans conséquence clinique attendue.

En 2020, 65% des événements ont été classés au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO. Quatre événements ont été classés au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO. Ils concernent respectivement deux erreurs de latéralité (erreur « de côté »), une irradiation d'une zone non prévue et un surdosage lié à une erreur de transcription de la prescription au stade de la préparation du traitement. Enfin, un événement a été classé au niveau 3 de l'échelle ASN-SFRO (voir encadré ci-dessus).

Comme les années précédentes, ces événements mettent toujours en exergue des fragilités organisationnelles au niveau :

- de la gestion des flux de dossiers de patients ;
- des étapes de validation, qui sont insuffisamment explicitées ;
- de la tenue des dossiers des patients, permettant d'avoir une vision d'ensemble et un accès, au bon moment, aux données nécessaires.

Des pratiques non harmonisées au sein d'un même centre, des interruptions de tâches fréquentes, une charge de travail importante non maîtrisée avec, notamment, un impact sur les amplitudes de traitements, le déploiement d'une nouvelle technique ou pratique constituent des situations à risque.

En 2020, quatre ESR concernant des erreurs de côté ont été déclarés à l'ASN, dont deux de niveau 1 et deux de niveau 2 sur l'échelle ASN-SFRO.

Ces événements de niveau 2 sont liés à des erreurs lors de l'étape de contournement des volumes à traiter, le premier lors du traitement d'un cancer ORL et le second lors du traitement d'un cancer du sein. Les points communs relevés entre ces deux événements sont :

- une erreur survenue à l'étape de la définition des volumes à traiter (contournement) effectuée par un radiothérapeute ;
- l'absence de fusion d'images, entre le scanner diagnostique réalisé avant l'ablation chirurgicale de la tumeur et le scanner réalisé après la chirurgie en vue du traitement par radiothérapie externe, lors de l'opération informatique qui aurait permis de détecter l'erreur ;
- l'absence de pose de clips chirurgicaux, à la suite de l'ablation tumorale réalisée par le chirurgien, qui constituent un repère pouvant être pris en compte ;
- l'absence de vérification du dossier médical lors de l'étape de validation du dossier par le physicien médical ;
- l'absence de questionnement des patients sur la latéralité de leur maladie lors des premières séances de traitement ;
- l'absence de détection de l'erreur lors des consultations médicales en cours du traitement ;
- la détection de l'erreur plusieurs jours après la fin du traitement.

SYNTHÈSE

Même si seulement 28 % des services de radiothérapie ont été inspectés en 2020, dont un quart à distance du fait de la crise sanitaire, les inspections de l'ASN en radiothérapie confirment que les fondamentaux de la sécurité sont en place (contrôles des équipements, formation des professionnels, politique de gestion de la qualité et des risques) et les démarches d'assurance de la qualité déployées de manière satisfaisante. Les analyses de risque *a priori* restent toujours relativement théoriques et insuffisamment actualisées en amont d'un changement organisationnel et technique. Si les fréquences d'inspection ont été allégées pour prendre en compte les progrès réalisés par les centres de radiothérapie, certains services présentant des fragilités ou des enjeux particuliers continueront à faire l'objet d'une attention particulière et de suivis plus rapprochés en 2021. Les contrôles effectués en 2020 ont permis de constater que les conditions de radioprotection se sont notablement améliorées dans les centres ayant fait l'objet d'une mise en demeure de l'ASN ou d'une surveillance renforcée au cours des années précédentes. La survenue d'événements, tels que des erreurs de côté ou encore de fractionnement, avec parfois de graves conséquences pour la santé, révèle toujours des fragilités organisationnelles et la nécessité d'évaluer régulièrement les pratiques.

3. La curiethérapie

La **curiethérapie** permet de traiter, de façon spécifique ou en complément d'une autre technique de traitement, des tumeurs cancéreuses.

Cette technique consiste à implanter, au contact ou à l'intérieur des tumeurs solides à traiter, des radionucléides, exclusivement sous forme de sources scellées.

Les principaux radionucléides employés en curiethérapie sont l'iridium-192 et l'iode-125.

La curiethérapie met en œuvre trois types de techniques (détaillées ci-après) en fonction des indications.

60 centres de curiethérapie sont autorisés par l'ASN, dont 50 utilisent la technique de haut débit de dose. En 2020, l'ASN a délivré 13 autorisations. Pour la plupart, il s'agissait de mise à jour de l'autorisation existante.

3.1 La présentation des techniques

3.1.1 La curiethérapie à bas débit de dose (ou *Low Dose-Rate* – LDR)

- délivre des débits de dose compris entre 0,4 et 2 grays par heure (Gy/h) ;
- au moyen de sources d'iode-125, sous forme de grains, implantées de façon permanente ou de sources de césium-137 à application temporaire.

Indications :

- Traitement de cancers de la prostate. Mis en place de façon permanente dans la prostate du patient, les grains ont une activité unitaire comprise entre 10 et 30 mégabecquerels (MBq). Un traitement nécessite environ une centaine de grains, soit une activité totale de 1 à 2 gigabecquerels (GBq).
- Traitement de certaines tumeurs ophtalmiques par implants temporaires d'iode-125 placés dans un insert en silicone (8 à 24 grains par disque), recouvert d'un disque en or-titane. La taille des grains est la même que pour le traitement de la prostate, mais l'activité est supérieure (environ 200 MBq par grain). Les implants sont posés au bloc opératoire sous anesthésie générale et le traitement dure de 1,5 jour à une semaine, en hospitalisation.
- Traitement de tumeurs de l'endomètre ou du col utérin par curiethérapie au césium-137. Le traitement se passe dans une chambre d'hospitalisation protégée à l'aide d'un projecteur de sources de césium-137 (activité d'environ 8,2 GBq). Le traitement dure de 2 à 5 jours en hospitalisation. Cette technique est très peu utilisée, au profit de la technique de curiethérapie à débit de dose pulsé.

3.1.2 La curiethérapie à débit de dose pulsé (ou *Pulsed Dose-Rate* – PDR)

- délivre des débits de dose compris entre 2 et 12 Gy/h ;
- au moyen de sources d'iridium-192 présentant une activité maximale de 18,5 GBq et mise en œuvre avec un projecteur de source spécifique.

Indications : principalement les cancers gynécologiques, plus rarement les cancers des bronches, de l'œsophage et, exceptionnellement, du sein et de la prostate.

Cette technique nécessite l'hospitalisation du patient durant plusieurs jours dans une chambre ayant des protections radiologiques adaptées à l'activité maximale de la source radioactive utilisée. Elle repose sur l'utilisation d'une seule source radioactive se déplaçant pas à pas et s'arrêtant dans des positions et pour des durées prédéterminées.

Les doses sont délivrées par séquence de 5 à 20 minutes, voire 50 minutes, toutes les heures pendant la durée du traitement prévu, d'où la dénomination de curiethérapie pulsée.

La curiethérapie pulsée présente des avantages en matière de radioprotection :

- pas de manipulation des sources ;
- pas d'irradiation continue, ce qui permet la réalisation des soins aux patients sans irradiation du personnel ou interruption du traitement.

En revanche, il est nécessaire d'anticiper de possibles situations accidentelles liées au fonctionnement du projecteur de source et au débit de dose élevé délivré par les sources utilisées.

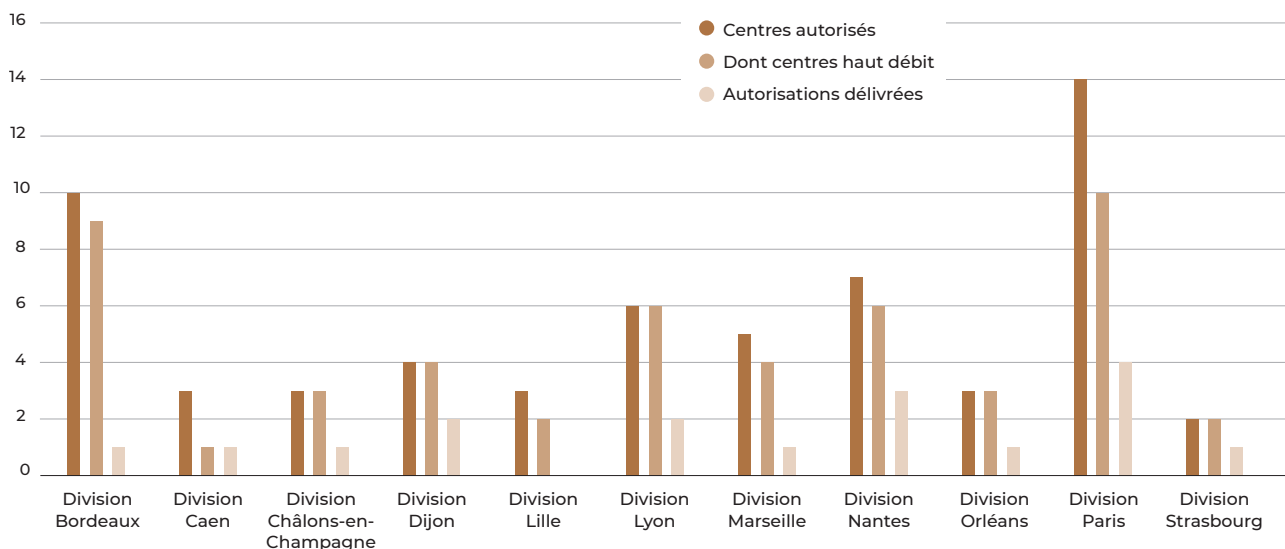
3.1.3 La curiethérapie à haut débit de dose (ou *High Dose-Rate* – HDR)

- délivre des débits de dose supérieurs à 12 Gy/h ;
- au moyen de sources d'iridium-192 présentant une activité maximale de 370 GBq et mise en œuvre avec un projecteur de source spécifique (certains projecteurs utilisent une source de cobalt-60 de haute activité).

Indications : principalement les cancers gynécologiques, moins fréquemment le traitement des cancers de la prostate, les cancers bronchiques et exceptionnellement les cancers ORL. Il existe également une indication pour cette technique dans le traitement des cicatrices chéloïdes.

GRAPHIQUE 7

Répartition, par division territoriale de l'ASN, du nombre de centres de curiethérapie, de centres de curiethérapie à haut débit de dose et du nombre de nouvelles autorisations ou de reconductions d'autorisation en 2020



Cette technique ne nécessite pas d'hospitalisation du patient dans une chambre radioprotégée; elle est réalisée en mode ambulatoire, dans un local dont la configuration s'apparente à une salle de radiothérapie externe. Le traitement est réalisé à l'aide d'un projecteur contenant la source, les traitements sont délivrés en une ou plusieurs séances de quelques minutes, réparties sur plusieurs jours.

3.2 Les règles techniques applicables aux installations de curiethérapie

Les règles de gestion des sources radioactives en curiethérapie sont analogues à celles définies pour l'ensemble des sources scellées, quels que soient leurs usages (voir point 3.3.3).

La curiethérapie à bas débit de dose

Dans le cas des techniques par implants permanents (utilisation de grains d'iode-125, notamment pour le traitement de la prostate), les applications sont réalisées en bloc opératoire, sous contrôle échographique, et ne nécessitent pas d'hospitalisation en chambre radioprotégée.

La curiethérapie à débit de dose pulsé

Cette technique utilise des projecteurs de sources (en règle générale 18,5 GBq d'iridium-192). Les traitements se déroulent dans des chambres d'hospitalisation ayant des protections radiologiques adaptées à l'activité maximale de la source radioactive utilisée.

La curiethérapie à haut débit de dose

L'activité maximale utilisée étant élevée (370 GBq d'iridium-192 ou 91 GBq de cobalt-60), les irradiations ne peuvent être effectuées que dans un local dont la configuration s'apparente à une salle de radiothérapie externe.

3.3 L'état de la radioprotection en curiethérapie

À l'instar de la radiothérapie externe, la sécurité des soins en curiethérapie constitue, depuis 2007, un domaine prioritaire de contrôle de l'ASN. La gestion des sources radioactives de haute activité constitue en outre un enjeu spécifique pour cette activité.

En 2020, le programme d'inspections a été fortement impacté par la crise sanitaire Covid-19. Seize inspections ont pu être réalisées sur les 25 initialement programmées, représentant environ un

quart des services. À titre de comparaison, les deux tiers du parc avaient été contrôlés sur les deux dernières années. Parmi les inspections menées en 2020, sept ont été réalisées à distance, dont trois avec une partie en présentiel.

3.3.1 La radioprotection des professionnels

En 2020, les mesures de radioprotection déployées par les services de curiethérapie en matière de radioprotection des professionnels ont été jugées globalement satisfaisantes, même si ces résultats sont à nuancer au regard du faible échantillon d'inspections conduites en 2020. Sur les 16 centres inspectés disposant de sources de haute activité, 13 ont mis en place une formation renforcée aux situations d'urgence et ont organisé des exercices de mise en situation. L'ASN considère que ces efforts doivent être poursuivis pour renforcer la formation à la radioprotection des professionnels en cas de détention délivrées en 2020 d'une source de haute activité.

3.3.2 La radioprotection des patients

Comme pour la radiothérapie externe, l'évaluation de la radioprotection des patients en curiethérapie est appréciée à partir des contrôles portant sur la mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins.

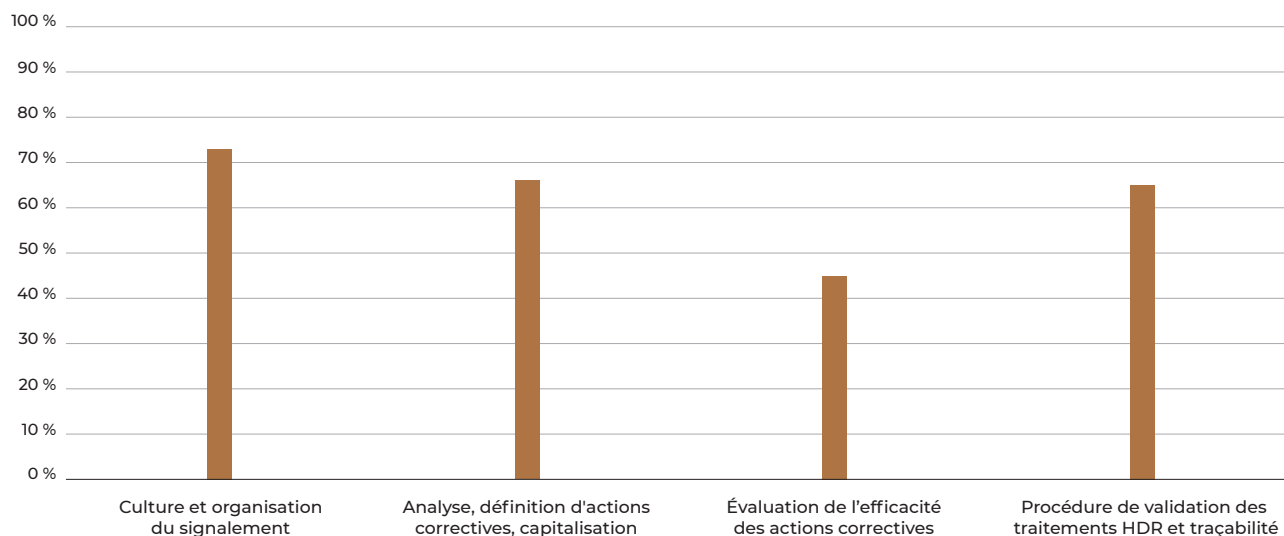
La présence de médecins, en nombre suffisant en fonction de l'activité, a été constatée dans l'ensemble des centres inspectés, à l'exception d'un cas où la fluctuation des effectifs en médecins a conduit à reporter des interventions. Le plan d'organisation de la physique médicale est également disponible dans l'ensemble des centres inspectés.

Le système de management de la qualité et de la sécurité des soins

Le bilan qualitatif des inspections réalisées en 2020 a montré que la plupart des services de curiethérapie inspectés ont déployé un système de management de la qualité, en bénéficiant de l'appui des services de radiothérapie externe.

L'étude des risques *a priori* est considérée satisfaisante pour seulement la moitié des centres inspectés. Si des progrès sont relevés par rapport à 2019, les données collectées portent sur un nombre plus restreint de centres (un quart des centres au lieu des deux tiers en 2019).

GRAPHIQUE 8

Pourcentage de conformité des installations relatif à la gestion des événements donnant lieu à la mise en œuvre d'actions correctives en 2020

L'évaluation de l'efficacité des actions correctives mises en place des traitements après un événement indésirable est jugée satisfaisante pour environ 45 % des centres inspectés, résultat comparable à celui de 2019. Des progrès sont ainsi toujours attendus sur ce plan.

La validation préalable des traitements HDR est formalisée dans 65 % des cas, ce qui constitue un net progrès par rapport à l'année 2019 (52 %). L'ASN rappelle à ce sujet les risques liés à l'utilisation de sources scellées de haute activité (graphique 8).

La maintenance et les contrôles de qualité – La majorité des centres dispose d'un inventaire des dispositifs médicaux ainsi que d'un registre de consignation des opérations de maintenance et des contrôles de qualité. En l'absence de décision de l'ANSM définissant le référentiel des contrôles de qualité des dispositifs de curiethérapie, les contrôles de qualité mis en œuvre résultent des pratiques historiques et s'appuient sur des recommandations des constructeurs ou des professionnels.

La maintenance des projecteurs HDR et PDR est assurée par les constructeurs, en particulier lors des changements de sources. Les services de curiethérapie s'appuient sur ces contrôles pour garantir le bon fonctionnement des appareils. Des contrôles de

l'activité de la source à chaque livraison et de sortie de source sont également réalisés.

3.3.3 La gestion des sources

Les sources de curiethérapie sont gérées de manière satisfaisante. Tous les centres inspectés enregistrent le suivi des mouvements des sources, transmettent à l'IRSN l'inventaire des sources et entreposent les sources en attente de chargement ou de reprise dans un local adapté.

L'arrêté du 29 novembre 2019 fixe les obligations en matière de protection des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance. Les exigences concernant les barrières et leur temps de résistance pour les sources de catégories A, B et C seront opposables à partir du 1^{er} juillet 2022.

À l'exception d'un seul centre inspecté en 2020, les organisations mises en place permettent de connaître la catégorie de chaque source ou lot de sources, ce qui constitue un progrès par rapport à 2019. En revanche, la majorité des centres (92 %) n'a toujours pas délivré à son personnel les autorisations nécessaires d'accès aux sources scellées de haute activité.

Surdosage lors d'un traitement par curiethérapie d'une cicatrice chéloïde

Un patient a été traité pour une cicatrice chéloïde par curiethérapie. La dosimétrie a été approuvée par le médecin et par le physicien. Le jour même, deux séances de curiethérapie ont été réalisées à 5 heures d'intervalle.

L'événement significatif de radioprotection (ESR) classé au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO a été détecté un mois après le traitement de curiethérapie, lorsque le dossier a été comparé à un dossier similaire par la physicienne du service.

Une erreur lors de la phase de calcul du temps d'irradiation a été mise en évidence, laquelle a conduit à délivrer au patient un peu plus du double de la dose prescrite. L'écart de dose résulte du choix

erroné du point de calcul de la dose, positionné à 1 centimètre du cathéter au lieu de 0,5 centimètre, tel que prévu par le protocole de traitement existant dans le service. Le patient a été informé de l'erreur de traitement et bénéficie d'un suivi médical renforcé.

L'établissement a pris les mesures correctives suivantes pour tout traitement d'une cicatrice chéloïde :

- création d'une check-list associée aux tâches de dosimétrie ;
- création d'une check-list pour la validation médicale ;
- sensibilisation et formation sur le protocole existant de planification.

Des progrès ont été identifiés concernant la sécurisation d'accès aux sources de haute activité, 44 % des centres inspectés en 2020 ayant mis en place des mesures appropriées pour empêcher l'accès non autorisé à ces sources. L'ASN reste néanmoins attentive aux progrès à accomplir et le contrôle de cette obligation restera prioritaire en 2021, pour les centres disposant de sources scellées de haute activité.

3.3.4 Les situations d'urgence et la gestion des dysfonctionnements

Un événement de blocage de source dans un projecteur PDR a été signalé en 2020. Survenu lors du rechargement du projecteur par le technicien du constructeur, il n'a pas conduit à une surexposition du personnel ou d'un patient.

Cependant, ce type d'événement rappelle la nécessité de respecter les conditions techniques d'utilisation de ces dispositifs, les obligations de formation à la gestion des situations d'urgence

et de réalisation d'exercices. Le blocage de source lors d'une opération de maintenance ou lors d'un contrôle de qualité constitue un événement précurseur susceptible de se reproduire lors d'un traitement, comme cela s'était produit en 2019.

3.3.5 Les événements déclarés en curiethérapie

En 2020, 10 ESR ont été déclarés en curiethérapie, dont un classé au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO relatif à un surdosage lors d'une curiethérapie d'une cicatrice chéloïde (voir encadré ci-dessus). Par ailleurs, deux événements ayant des conséquences en matière de radioprotection des travailleurs résultent de pertes de grains d'iode-125 lors de la préparation des traitements.

L'analyse de ces événements souligne que la maîtrise des risques en curiethérapie doit s'appuyer sur des contrôles de qualité adaptés et sur la mise en œuvre de dispositions organisationnelles pour mieux gérer l'information du patient, les sources ou les situations d'urgence.

SYNTHÈSE

En matière de sécurité des soins, la situation de la curiethérapie apparaît comparable à celle de la radiothérapie externe, étant souligné le fait que la situation sanitaire n'a permis à l'ASN de conduire qu'un faible nombre d'inspections dans ce domaine en 2020. La radioprotection des professionnels et la gestion des sources scellées de haute activité sont jugées globalement satisfaisantes, ce niveau doit cependant être maintenu par un effort de formation continue. Dans le contexte actuel, une attention accrue doit être portée à la sécurisation des accès à ces sources.

4. La médecine nucléaire

4.1 La présentation des activités de médecine nucléaire

La [médecine nucléaire](#) regroupe toutes les utilisations de radionucléides en sources non scellées à des fins de diagnostic ou de thérapie.

Les utilisations diagnostiques se décomposent en techniques *in vivo*, fondées sur l'administration de radionucléides au patient, et en applications exclusivement *in vitro* (biologie médicale). Des examens, de type exploration fonctionnelle, peuvent associer des techniques *in vitro* et *in vivo*.

Une enquête, menée début 2018 auprès de l'ensemble des unités de médecine nucléaire autorisées par l'ASN, avait permis de dresser un état du parc, des équipements, du nombre d'actes réalisés selon les différentes technologies, ainsi que des ressources humaines. Les données 2017 présentées ci-après sont issues de cette enquête.

Le nombre total d'actes de médecine nucléaire annuel en France est d'environ 1 537 000, dont environ 900 000 actes de scintigraphie ou de tomographie par émission monophotonique (TEMP), 125 000 actes avec détection sous caméra à semi-conducteur et environ 500 000 actes par tomographie en émission de positons (voir point 4.1.1).

Les services de médecine nucléaire

Ce secteur d'activité comprend, fin 2020, 237 unités de médecine nucléaire. Le nombre de chambres de radiothérapie interne vectorisée (RIV) est en légère augmentation depuis 2019, passant de 155 à 165 au niveau national.

Ces unités regroupent les installations de prise en charge des patients (diagnostic *in vivo*) et, pour un faible nombre d'entre elles, une activité de biologie médicale utilisant des sources non scellées (diagnostic *in vitro*).

En 2020, 124 autorisations de médecine nucléaire ont été délivrées par les divisions de l'ASN. Il s'agissait notamment de changements de caméras ou d'extension d'autorisation pour permettre l'usage de nouveaux radionucléides.

Une cinquantaine de laboratoires de diagnostic *in vitro* étaient autorisés par l'ASN à la fin 2019, mais ce nombre tend à diminuer du fait de la cessation progressive de cette activité et du recours à des méthodes d'analyse ne faisant plus appel à des radionucléides.

Les pharmacies à usage interne

Lorsqu'une pharmacie à usage interne est autorisée dans un établissement de santé, le local de préparation des médicaments radiopharmaceutiques au sein du service de médecine nucléaire, appelé « radiopharmacie », fait partie de la pharmacie à usage interne. 128 radiopharmacies étaient dénombrées en 2019 au sein des unités de médecine nucléaire dans les établissements publics de santé et les établissements de santé privés d'intérêt collectif, tels que les centres de lutte contre le cancer. Le radiopharmacien a principalement en charge la gestion du circuit du médicament radiopharmaceutique (approvisionnement, détention, préparation, contrôle, dispensation et traçabilité), ainsi que la qualité de sa préparation. Il peut être secondé par des préparateurs en pharmacie hospitalière ou des MERM.

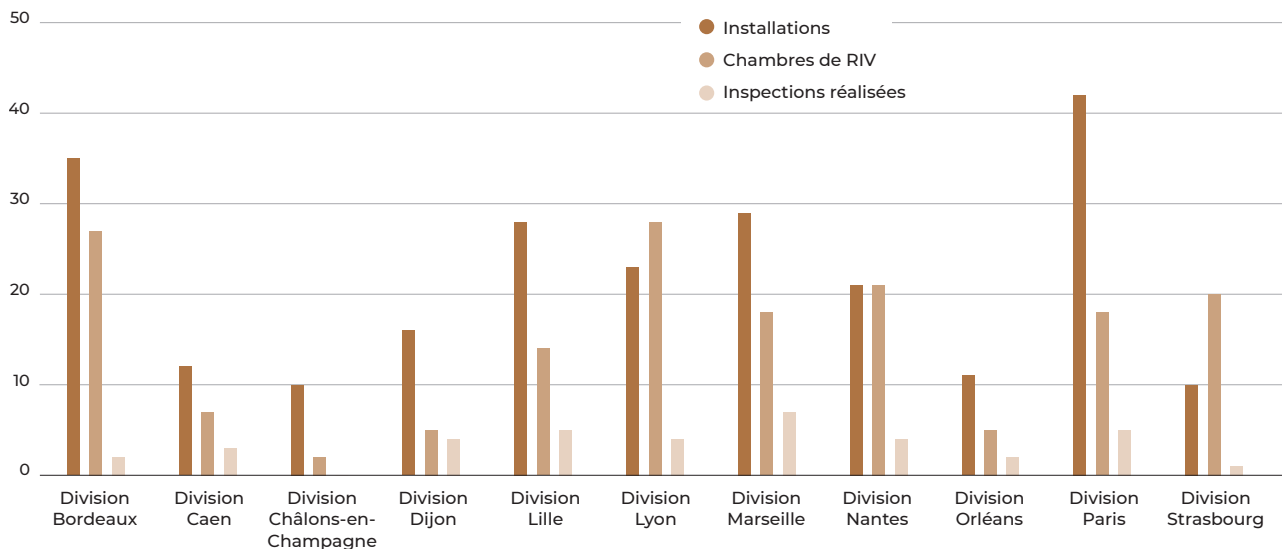
Les équipements

Outre les caméras utilisées dans les unités de médecine nucléaire, environ 400 enceintes radioprotégées sont installées dans les services, réparties pour moitié en « basse énergie » (une à deux par service) et en « haute énergie » (une à six par service).

Sont également utilisés près de 110 dispositifs automatisés ou semi-automatisés de préparation des médicaments radiopharmaceutiques marqués au fluor-18 et une soixantaine de dispositifs automatisés d'injection.

GRAPHIQUE 9

Répartition, par division territoriale de l'ASN, des installations de médecine nucléaire autorisées par l'ASN, du nombre de chambres d'hospitalisation dédiées à la radiothérapie interne vectorisée et du nombre d'inspections réalisées dans ces installations par l'ASN en 2020



La gestion des effluents issus des services de médecine nucléaire

La gestion des déchets et effluents potentiellement contaminés par des radionucléides doit être décrite dans un plan de gestion qui comprend, notamment, les modalités de la surveillance des effluents rejetés, conformément à l'article R. 1333-16 du code de la santé publique et à la [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#). Des travaux de révision de la décision ont débuté fin 2020 et conduiront également à faire évoluer le [Guide technique de l'ASN n° 18](#) du 26 janvier 2012.

Parmi les 15 recommandations du [rapport^{\(4\)}](#) du groupe de travail « Déversement dans les réseaux d'assainissement des effluents contenant des radionucléides provenant des services de médecine nucléaire et des laboratoires de recherche » publiées en juin 2019 sur [asn.fr](#), l'une d'entre elle introduit la notion de niveaux guides « contractuels » ou « de gestion » à fixer, le cas échéant, dans l'autorisation de déversement mentionnée à l'[article L. 1331-10 du code de la santé publique](#).

Ces niveaux guides, dont la valeur serait spécifique à chaque établissement, sont des niveaux de gestion qui, en cas de dérive des résultats de mesure, doivent déclencher une investigation et, le cas échéant, des corrections au niveau du système de collecte et d'élimination des effluents de l'établissement. L'ASN a saisi l'IRSN afin de proposer un protocole de mesure et mettre à disposition des établissements une méthode d'exploitation des résultats en vue de définir au plan local ces niveaux guides. Ces niveaux guides locaux pourraient figurer à terme dans les autorisations de déversements entre l'établissement générant ces rejets et les gestionnaires de l'assainissement.

4.1.1 Le diagnostic *in vivo*

Cette technique consiste à étudier un organe ou une fonction de l'organisme grâce à une substance radioactive spécifique – un médicament radiopharmaceutique (MRP) – administrée à un patient. La nature du MRP dépend de l'organe ou de la fonction étudié. Le radionucléide peut être utilisé directement ou fixé sur un vecteur (molécule, hormone, anticorps, etc.). À titre d'exemple,

le tableau 3 présente quelques-uns des principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations.

La localisation dans l'organisme, par les techniques de scintigraphie, de la substance radioactive administrée, souvent du technétium-99m, se fait par un détecteur spécifique. Ce détecteur, appelé caméra à scintillation ou gamma-caméra, est constitué d'un cristal d'iodure de sodium (pour la majorité des caméras) couplé à un système d'acquisition et d'analyse par ordinateur. Cet équipement permet d'obtenir des images du fonctionnement des tissus ou organes explorés. Une quantification des processus physiologiques ou physiopathologiques peut être réalisée.

La plupart des gamma-caméras permettent des acquisitions tomographiques et une imagerie en coupe, ainsi qu'une reconstruction tridimensionnelle des organes (TEMP).

Le fluor-18, radionucléide émetteur de positons, est aujourd'hui couramment utilisé, notamment sous la forme d'un sucre marqué, le fluorodésoxyglucose (FDG), en particulier en cancérologie. Son emploi nécessite l'utilisation d'une caméra adaptée (tomographie par émission de positons – TEP). Le principe de ces caméras TEP est la détection en coïncidence des deux photons émis lors de l'annihilation du positon dans la matière près de son lieu d'émission. D'autres MRP marqués avec d'autres émetteurs de positons commencent à être utilisés, notamment avec du gallium-68. Les caméras TEP équipées du système « temps de vol » (*Time of Flight* – TOF), permettent une administration moindre de l'activité injectée en MRP, pour une qualité d'image attendue satisfaisante.

La médecine nucléaire permet de réaliser une imagerie fonctionnelle. Elle est donc complémentaire de l'imagerie purement morphologique obtenue par les autres techniques d'imagerie. Afin de faciliter la fusion des images fonctionnelles et morphologiques, des appareils hybrides ont été développés : les caméras TEP sont désormais systématiquement couplées à un scanner (TEP-TDM) et les gamma-caméras peuvent l'être également (TEMP-TDM).

L'installation de caméras à semi-conducteurs (CZT), dont la sensibilité de détection est très élevée, continue à se développer, notamment dans les centres de soins réalisant de nombreux

4. [asn.fr/Informer/Actualites/Quinze-recommandations-sur-le-deversement-d-eaux-usees-faiblement-contaminees](#)

examens de la fonction myocardique. En effet, ces caméras permettent une imagerie scintigraphique plus rapide, plus confortable, pour un diagnostic plus sûr. La recherche continue dans ce domaine avec l'installation, en 2020, de deux gamma-caméras « corps entier », permettant une visualisation spatiale du corps.

Selon l'enquête réalisée en 2018 auprès des unités de médecine nucléaire, le parc des caméras TEMP et CZT installées était de :

- 423 caméras TEMP, dont 70 % couplées à un tomodesitomètre (TDM), pour un total de 924 000 actes annuels ;
- 51 caméras à semi-conducteurs (CZT), dont 7 couplées à un TDM, pour un total de 125 000 actes annuels.

Le parc des caméras TEP installées était de :

- 158 caméras TEP, toutes couplées à un TDM, pour un total de 486 000 actes annuels ;
- 4 caméras TEP couplées à un IRM, pour quelque 2 000 actes réalisés annuellement.

4.1.2 Le diagnostic *in vitro*

Il s'agit d'une technique de biologie médicale, sans administration de radionucléides au patient, permettant de doser certains composés contenus dans les fluides biologiques préalablement prélevés sur le patient : hormones, marqueurs tumoraux. Cette technique met en œuvre des méthodes de dosage fondées sur les réactions immunologiques (réactions antigènes-anticorps marquées à l'iode-125), d'où le nom de dosage par radio-immunologie (*Radio Immunology Assay* – RIA). Les activités présentes dans les kits d'analyse prévus pour une série de dosages ne dépassent pas quelques milliers de becquerels. La radio-immunologie est concurrencée par des techniques ne faisant pas appel à la radioactivité, telles l'immunoenzymologie ou la chimiluminescence. Quelques techniques utilisent d'autres radionucléides, comme le tritium ou le carbone-14. Là encore, les activités manipulées sont de l'ordre du kilobecquerel (kBq).

TABLEAU 3

Principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations en médecine nucléaire *in vivo*

TYPE D'EXPLORATION	RADIONUCLÉIDES UTILISÉS
Métabolisme thyroïdien	Iode-123, technétium-99m
Perfusion du myocarde	Thallium-201, technétium-99m, rubidium-82
Perfusion pulmonaire	Technétium-99m
Ventilation pulmonaire	Technétium-99m, krypton-81m
Processus ostéo-articulaire	Technétium-99m, fluor-18
Exploration rénale	Technétium-99m
Oncologie – Recherche de métastases	Technétium-99m, fluor-18, gallium-68
Neurologie	Technétium-99m, fluor-18

Lettre circulaire aux établissements sur la prise en charge de patients traités par lutétium-177

Le lutétium-177 (¹⁷⁷Lu) est indiqué pour le traitement de certaines tumeurs neuroendocrines de l'adulte et fait l'objet de nombreuses recherches cliniques dans la prise en charge des cancers de la prostate. Compte tenu de ses perspectives thérapeutiques et de l'arrivée de nouvelles molécules vectrices, le nombre de patients susceptibles de bénéficier de ce type de radiothérapie interne vectorisée (RIV) pourrait significativement augmenter dans les années à venir.

C'est pourquoi l'ASN a mis à jour les conditions d'autorisation, précédemment formalisées en 2014, pour la détention et l'utilisation du lutétium-177 par les services de médecine nucléaire.

Cette réévaluation des recommandations de l'ASN porte sur la prise en charge des patients et la gestion des déchets et des effluents. Elle s'appuie sur deux avis du Groupe permanent d'experts en radioprotection pour les applications médicales des rayonnements ionisants (GPMED) publiés en 2017 et sur la concertation menée avec les parties prenantes sur cette thématique. Les recommandations issues de ces travaux ont été diffusées aux chefs de services de médecine nucléaire et aux directeurs d'établissements de santé, ainsi qu'aux gestionnaires de l'assainissement public, par [lettre circulaire du 12 juin 2020](#).

Les bonnes pratiques d'hospitalisation des patients dans des chambres ou locaux permettant la collecte des urines contaminées dans des cuves, pendant une période suffisante, y sont rappelées. Pendant la période nécessaire à la construction de nouvelles installations adaptées dans les établissements de soins, la prise en charge en mode « hôpital de jour » est néanmoins possible au sein du service de médecine nucléaire. Cette disposition transitoire est soumise à des précautions particulières et conditionnée à une évaluation de l'impact des rejets, qui doit être inférieure à 1 millisievert (mSv) pour l'ensemble des catégories de travailleurs du secteur de l'assainissement. La lettre circulaire apporte également des précisions sur la gestion des effluents liquides contaminés par du lutétium-177.

L'ASN précise que les consignes données au patient pour son retour à domicile pourront être adaptées individuellement, sous la responsabilité du médecin, en veillant à la protection radiologique de l'entourage du patient. Enfin, les professionnels impliqués dans la prise en charge de ces patients, n'exerçant pas habituellement dans un service de médecine nucléaire, doivent bénéficier d'une formation locale renforcée sur les mesures de radioprotection. Un cahier des charges est proposé à cet effet.

4.1.3 La radiothérapie interne vectorisée

Utilisés à des fins thérapeutiques, les MRP administrés visent à délivrer une dose importante de rayonnements ionisants à un organe cible, dans un but curatif ou palliatif. Deux champs d'applications thérapeutiques de la médecine nucléaire peuvent être distingués : l'oncologie et les affections non oncologiques (traitement de formes d'hyperthyroïdie, synoviorthèse).

Plusieurs types de traitements oncologiques peuvent être distingués :

- les traitements administrés par voie systémique non spécifique : cancer de la thyroïde par iode-131, lymphome non hodgkinien par anticorps monoclonal marqué à l'yttrium-90, cancer de la prostate avec métastases osseuses par le radium-223, traitement des cancers neuroendocrines ou de la prostate par des molécules marquées au lutétium-177 (lutathérapie) ;
- les traitements administrés par voie systémique sélective (traitement des cancers du foie par administration de microsphères marquées à l'yttrium-90 par un cathéter placé dans une artère).

Certaines thérapies nécessitent l'hospitalisation des patients pendant plusieurs jours dans des chambres spécialement aménagées du service de médecine nucléaire pour assurer la radioprotection du personnel, des proches du patient et de l'environnement. La protection radiologique de ces chambres est adaptée à la nature des rayonnements émis par les radionucléides et des cuves recueillent les urines contaminées des patients. C'est en particulier le cas du traitement de certains cancers thyroïdiens après intervention chirurgicale. Ils sont réalisés par l'administration d'activités d'iode-131 variant de 1,1 GBq à 5,5 GBq.

Pour les utilisations à des fins de thérapie, 165 chambres de RIV sont réparties dans 45 services de médecine nucléaire (voir graphique 9).

D'autres traitements peuvent être réalisés en ambulatoire. Ils consistent, par exemple, à traiter une hyperthyroïdie par administration d'iode-131, les douleurs des métastases osseuses d'un cancer par le strontium-89 ou le samarium-153, le cancer de la prostate avec métastases osseuses par le radium-223. On peut aussi réaliser des traitements des maladies inflammatoires des

articulations grâce à des colloïdes marqués à l'yttrium-90, à l'erbium-169 ou au rhénium-186. Enfin, la radio-immunothérapie permet de traiter certains lymphomes au moyen d'anticorps marqués à l'yttrium-90.

Enfin de nombreux patients sont traités sans hospitalisation, principalement pour des traitements à l'iode-131 (hors cancer) et, dans une moindre mesure, pour des synoviorthèses ou des traitements palliatifs de douleurs métastatiques.

4.1.4 La recherche impliquant la personne humaine en médecine nucléaire

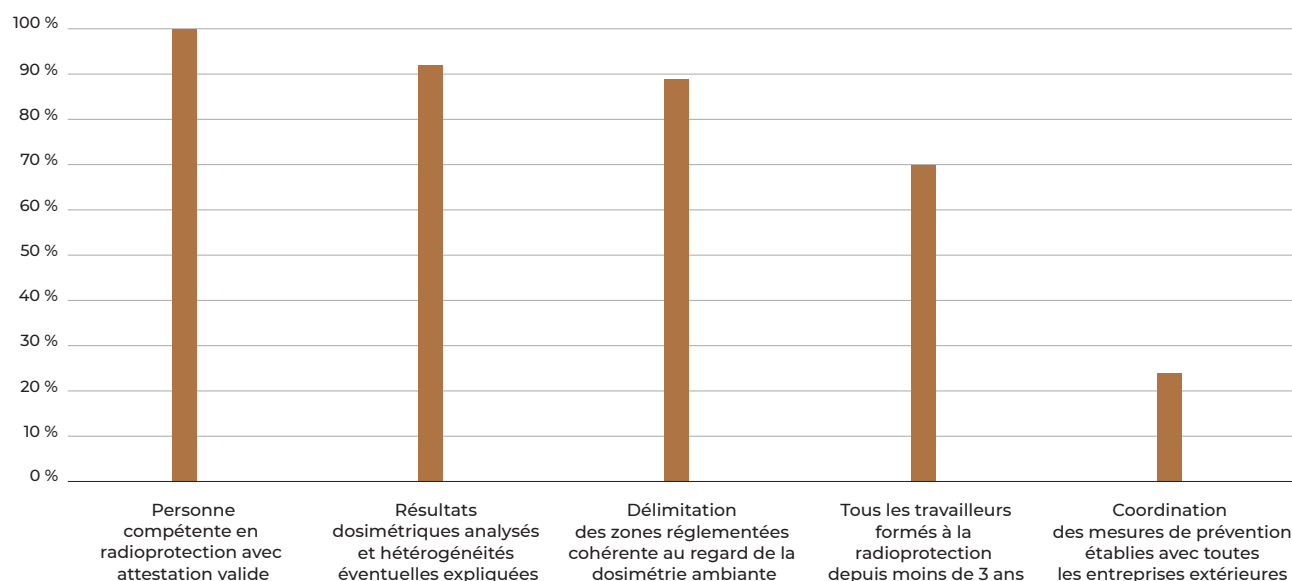
La recherche impliquant la personne humaine en médecine nucléaire est particulièrement dynamique ces dernières années, de nouveaux radionucléides et vecteurs faisant régulièrement l'objet de protocoles. Les recherches portant sur l'utilisation de nouveaux traceurs se poursuivent autant en imagerie diagnostique (fluor-18-fluoroestradiol, développement de peptides marqués au gallium-68, utilisation cardiaque de l'iode-124, exploration de la ventilation pulmonaire par aérosols marqués au gallium-68, etc.) qu'en thérapie (développement de nouvelles molécules marquées au lutétium-177, molécules marquées au cuivre-64, etc.).

L'utilisation de nouveaux MRP nécessite d'intégrer, le plus en amont possible, les exigences de radioprotection associées à leur emploi. En effet, compte tenu des activités mises en jeu, des caractéristiques de certains radionucléides et des préparations à réaliser, l'exposition des opérateurs et l'impact sur l'environnement nécessitent la mise en place de mesures adaptées.

Afin d'anticiper l'impact de ces évolutions en matière de radioprotection, l'ASN a saisi l'IRSN sur les perspectives d'utilisation de nouveaux radionucléides susceptibles d'être mis sur le marché français, dans les années à venir. Sont attendus : une étude bibliographique des radionucléides prometteurs pour une utilisation chez l'homme ainsi que ceux déjà utilisés, en Europe ou à l'international ; les perspectives d'application cliniques ; les mesures de radioprotection des patients, de leur entourage le cas échéant, ainsi que des travailleurs qui seront amenés à les manipuler, notamment lors de leur préparation à l'hôpital.

GRAPHIQUE 10

Pourcentage de conformité des services de médecine nucléaire inspecté sur le thème de la radioprotection des professionnels en 2020



4.2 Les règles d'aménagement des installations de médecine nucléaire

Compte tenu des contraintes de radioprotection liées à la mise en œuvre de radionucléides en sources non scellées, les services de médecine nucléaire sont conçus et organisés pour recevoir, stocker et manipuler des sources radioactives non scellées en vue de leur administration aux patients ou en laboratoire (cas de la radio-immunologie). Des dispositions sont également prévues pour la collecte, l'entreposage et l'élimination des déchets et effluents radioactifs produits dans l'installation, notamment pour les radionucléides contenus dans les urines des patients.

Conformité à la décision n° 2014-DC-0463 de l'ASN

Les services de médecine nucléaire doivent répondre aux règles prescrites par la [décision n° 2014-DC-0463 de l'ASN du 23 octobre 2014](#) relative aux règles techniques minimales de conception, d'exploitation et de maintenance auxquelles doivent répondre les installations de médecine nucléaire *in vivo*.

Cette décision précise en particulier les règles pour la ventilation des locaux des services de médecine nucléaire et des chambres accueillant les patients qui bénéficient notamment d'un traitement du cancer de la thyroïde avec l'iode-131. Le [Guide n° 32](#) précisant certains points de cette décision, publié par l'ASN en mai 2017, a été mis à jour en février 2020.

Conformité à la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN

Par ailleurs, les installations équipées d'un tomodesitomètre couplé à une gamma-caméra ou à une caméra TEP doivent répondre aux dispositions de la [décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017](#)⁽⁵⁾.

Conformité à la décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN

Comme pour toutes les installations dans lesquelles sont produits des déchets et effluents contaminés par des radionucléides, les dispositions de la [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#)⁽⁶⁾, doivent être respectées. Des locaux doivent être dédiés à ces activités, avec des équipements spécifiques permettant notamment de surveiller les conditions de rejets des effluents (niveaux de remplissage des cuves, dispositifs d'alarme de fuites, etc.). La conformité des installations destinées à recueillir les effluents et déchets produits par les services de médecine nucléaire doit être vérifiée régulièrement (voir point 4.3.3.).

4.3 L'état de la radioprotection en médecine nucléaire

En 2020, 37 services de médecine nucléaire ont été inspectés, représentant 15% des installations. Dans le cadre de l'adaptation des inspections à la situation pandémique, 13 inspections se sont déroulées à distance, dont cinq ont comporté néanmoins une courte visite sur site.

4.3.1 La radioprotection de conformité des professionnels de médecine nucléaire

Sur le plan radiologique, le personnel est soumis à un risque d'exposition externe, en particulier au niveau des doigts, du fait notamment de la manipulation de certains radionucléides (cas du fluor-18, de l'iode-131 ou de l'yttrium-90), lors de la préparation et de l'injection des MRP, ainsi qu'à un risque d'exposition interne par incorporation accidentelle de substances radioactives.

Les résultats concernant la radioprotection des professionnels (voir graphique 10) montrent que les mesures de radioprotection déployées par les services de médecine nucléaire sont globalement satisfaisantes s'agissant de la désignation d'une PCR dédiée à cette activité (attestation valide délivrée par l'employeur dans tous les services inspectés), l'analyse des résultats dosimétriques des professionnels et la cohérence de la délimitation des zones réglementées avec les résultats des vérifications des ambiances de travail.

Deux axes d'amélioration sont cependant identifiés, la mise à jour de la formation des personnels (70% des services ont la totalité des professionnels concernés formés depuis moins de 3 ans) et la coordination avec les entreprises extérieures (seulement 24 % de services ont établi des mesures de coordination avec la totalité de ces entreprises, et 32% avec plus de 50% des entreprises intervenantes).

Par ailleurs, les vérifications techniques de radioprotection ont été réalisées au cours des deux dernières années, à la fréquence réglementaire requise, pour toutes les sources et appareils, ainsi que pour les appareils de mesures et de détection de radioactivité, dans près de 90 % des 37 services inspectés. Seuls deux services n'avaient pas remédié aux non-conformités sur les 22 concernés par des écarts.

4.3.2 La radioprotection des patients en médecine nucléaire

L'ASN évalue, depuis l'entrée en vigueur de la [décision n° 2019-DC-0667 du 18 avril 2019](#) sur les niveaux de référence diagnostique⁽⁷⁾, les nouvelles exigences relatives à la qualité du recueil des doses, leur analyse et l'optimisation mise en place, si celle-ci s'avère nécessaire. Les contrôles opérés étaient satisfaisants pour 54% des services. En revanche, 19% des services n'avaient pas procédé à une optimisation de leurs pratiques alors que celle-ci était nécessaire. Pour quatre services, les exigences étaient mises en œuvre de manière partielle.

Les contrôles de qualité externes des deux dernières années ont par ailleurs été réalisés sur l'ensemble des dispositifs médicaux, à la fréquence réglementaire requise, et les non-conformités identifiées ont été levées dans 92 % des services. Dans deux services, le contrôle n'a pas été effectué sur tous les appareils concernés.

L'organisation mise en place pour permettre l'intervention d'un physicien médical, l'identification de ses missions et la quantification de son temps de présence sur site ne sont complètement définies que dans 65% des services. Dans 35% des cas, l'organisation de la physique médicale décrite dans le plan d'organisation de la physique médicale (POPM) était jugée insuffisante au regard des enjeux liés à l'activité.

4.3.3 La protection de la population et de l'environnement

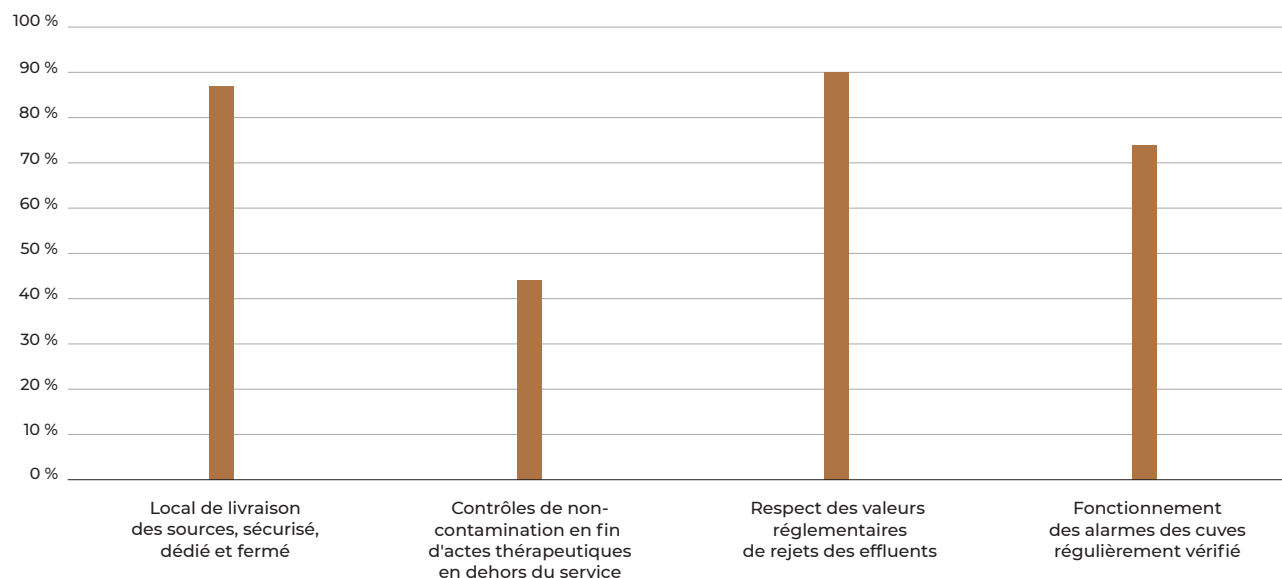
La mise en œuvre des exigences relatives à la protection de la population et de l'environnement est jugée acceptable pour la plupart des centres inspectés (voir graphique 11).

5. *Décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017 fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les locaux dans lesquels sont utilisés des appareils électriques émettant des rayonnements X.*

6. *Décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008 fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être du fait d'une activité nucléaire, prise en application des dispositions de l'article R. 1333-12 du code de la santé publique.*

7. *Arrêté du 23 mai 2019 portant homologation de la décision n° 2019-DC-0667 de l'ASN du 18 avril 2019 relative aux modalités d'évaluation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients lors d'un acte de radiologie, de pratiques interventionnelles radioguidées ou de médecine nucléaire et à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques associés.*

GRAPHIQUE 11

Pourcentage de conformité des services de médecine nucléaire inspectés sur la thème de la protection des populations et de l'environnement en 2020

Ainsi, 87% des services disposent d'un local de livraisons dédié et sécurisé, conforme aux exigences de la [décision n° 2014-DC-0463 de l'ASN du 23 octobre 2014](#). Pour 90% des services, l'activité volumique des effluents rejetés après décroissance respecte les limites réglementaires (10 becquerels par litre - Bq/L - pour les effluents contaminés après entreposage, ou 100 Bq/L pour les effluents issus des chambres de patients traités à l'iode-131).

Toutefois, des progrès sont attendus :

- pour les services qui utilisent des sources non scellées en dehors du service de médecine nucléaire (19 services concernés inspectés en 2020), car moins de la moitié d'entre eux a réalisé des contrôles de non-contamination en fin d'actes thérapeutiques, conformément au protocole prévu ;
- pour la vérification et la traçabilité des contrôles de fonctionnement des détecteurs de fuites des cuves, qui ne sont assurées complètement que dans 27 des 37 services inspectés.

Transport de substances radioactives : une vigilance nécessaire du début à la fin

La police a été alertée le 6 octobre 2020 matin par un riverain de Châtillon (Hauts-de-Seine) après la découverte de deux colis de substances radioactives sur la voie publique, l'un devant une école maternelle et l'autre un peu plus loin. Cette découverte a entraîné le déploiement d'un large périmètre de sécurité, le déclenchement de la procédure Vigipirate et l'évacuation des enfants de l'école maternelle.

La division de Paris de l'ASN a rapidement été informée par le Laboratoire central de la préfecture de police de Paris (LCPP), qui s'est rendu sur place et a pu confirmer l'absence de radioactivité contenue dans ces deux colis. Il s'agissait de deux colis de type « excepté » classés sous le numéro ONU 2908 correspondant à des emballages vides ayant contenu des produits radiopharmaceutiques utilisés par un service de médecine nucléaire pour réaliser des examens diagnostiques, et réexpédiés en fin d'usage par ce service au fournisseur de ces produits.

Une négligence du transporteur assurant l'acheminement de ces colis est à l'origine de cet événement : le chauffeur a terminé sa tournée sans assurer l'acheminement des deux colis au destinataire comme exigé réglementairement, puis, à la suite de l'effraction du véhicule dans la nuit, il ne s'est pas aperçu de la disparition des deux colis le lendemain matin.

Une bonne coordination entre le LCPP, le service de médecine nucléaire expéditeur des colis et l'ASN a permis un retour rapide à une situation normale. Néanmoins, les écarts suivants aux exigences de la réglementation du transport de substances radioactives ont été constatés à l'occasion de cet événement :

- le marquage des deux colis expédiés était non conforme car ils portaient la mention « type A » exigée pour des colis contenant une quantité de substances radioactives bien plus importante, ce qui a entraîné le déploiement d'un périmètre de sécurité beaucoup plus grand que nécessaire autour des deux colis vides ;
- le document de transport n'avait pas été conservé pendant une durée minimale de 3 mois comme la réglementation l'exige ;
- la société de transport n'avait pas assuré une traçabilité précise des deux colis expédiés.

La réglementation relative au transport de substances radioactives s'applique aux colis de type excepté classés sous le numéro ONU 2908, même s'ils ne contiennent plus de produit radioactif. Afin de prévenir ce type d'événement, le respect de ces règles ne doit pas être négligé par les acteurs assurant leur transport.

4.3.4 Les événements déclarés en médecine nucléaire

Parmi les 37 services inspectés, 64 % disposent d'un système d'enregistrement des événements indésirables. Ces derniers ont analysé les événements et ont fait, lorsque cela était requis, une déclaration à l'ASN. Six services ne disposaient pas d'un système de recensement des événements, deux n'avaient pas déclaré d'événement.

En 2020, 132 ESR ont été déclarés, soit une diminution de près d'un quart par rapport à 2019. Il est probable que cette baisse résulte d'une diminution du nombre d'examen réalisés en raison de la crise sanitaire.

Comme les années précédentes, la majorité des événements déclarés concernent les patients (70 %), qui avaient bénéficié d'un acte de médecine nucléaire. Les événements déclarés sont, pour la plupart, sans conséquence clinique attendue.

Les événements concernant les patients (93 ESR, soit 70 % des ESR déclarés)

La majorité des ESR concernant les patients déclarés en médecine nucléaire sont liés à des erreurs lors de l'administration d'un MRP à un patient (intersion de seringues ou de patients), lors de la préparation du médicament (intersion de flacons), dans la programmation des examens, à l'exposition inutile ou à une double exposition du patient au scanner liée à l'absence d'administration de MRP ou d'un mauvais MRP. Un événement déclaré concernait un acte de scintigraphie réalisé entre deux collègues en l'absence de toute prescription médicale.

Deux événements sont survenus lors d'actes thérapeutiques : administration d'une gélule d'iode-131 de 550 MBq au lieu d'une gélule de 370 MBq destinée à un autre patient et administration d'une dose de Lutathéra® (environ 1800 MBq) inférieure à la dose prescrite (3900 MBq) en raison d'un débordement du flacon,

à la suite d'un problème de pression dans le circuit (pas de contamination externe engendrée).

Les événements concernant les professionnels (20 ESR, soit 15 % des ESR déclarés)

Vingt événements concernant des professionnels ont été déclarés en 2020. Ils résultent de contaminations externes, d'exposition externe à des générateurs de technétium-99m non décurus ou ayant été contaminés à l'extérieur. Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'a été déclaré en 2020.

Les événements concernant le public (10 ESR, soit 8 % des ESR déclarés)

Tous les événements résultent de l'exposition du fœtus de femmes qui ignoraient leur grossesse. Les doses reçues étaient sans conséquence pour l'enfant (source : [CIPR, 2007](#)).

Parmi ces événements, trois ont concerné des femmes qui ont bénéficié d'un traitement à l'iode-131 justifié, alors qu'elles étaient sous contraceptif, et que la recherche d'une grossesse s'était avérée négative.

Les événements concernant les sources, les déchets et les effluents radioactifs (9 ESR, soit 7 % des ESR déclarés)

Ces ESR sont liés majoritairement à la découverte de sources radioactives et au rejet non autorisé d'effluents dans l'environnement (vidange de cuves, etc.). On notera également un déclenchement de portique à l'entrée d'une déchetterie par des déchets provenant d'un patient hospitalisé dans un autre établissement que celui dans lequel il a bénéficié de l'acte de médecine nucléaire. Un établissement a déclaré une dispersion d'effluents ayant pour origine une fuite de canalisation du réseau d'évacuation des toilettes. Des chambres de RIV au niveau du regard des canalisations, située sous les chambres, à l'intérieur de l'établissement. Des travaux de remplacement de parties du réseau d'évacuation ont été réalisés.

SYNTHÈSE

La prise en compte de la radioprotection des patients et des professionnels dans les services de médecine nucléaire inspectés est satisfaisante. Des progrès sont cependant attendus en matière d'optimisation des pratiques et les efforts de formation des professionnels à la radioprotection des travailleurs doivent être maintenus. Par ailleurs, la coordination des mesures de prévention lors d'interventions d'entreprises extérieures (pour la maintenance des appareils, l'entretien des locaux, etc.) doit être améliorée. Un des enjeux de radioprotection tient également à une bonne gestion des effluents radioactifs. Cela est d'autant plus prégnant que les thérapies avec de fortes activités administrées aux patients sont appelées à se développer avec, en conséquence, une augmentation de la radioactivité rejetée. Les événements déclarés soulignent que le processus d'administration des médicaments radiopharmaceutiques doit être régulièrement évalué afin d'en assurer la maîtrise, en particulier pour les actes thérapeutiques.

5. Les pratiques interventionnelles radioguidées

5.1 Présentation du parc et des équipements

Les pratiques interventionnelles radioguidées ([PIR](#)) regroupent l'ensemble des techniques d'imagerie utilisant des rayonnements ionisants pour la réalisation d'actes médicaux ou chirurgicaux invasifs, à but diagnostique, préventif ou et/ou thérapeutique, ainsi que les actes chirurgicaux et médicaux utilisant des rayonnements ionisants à visée de guidage ou de contrôle.

Les équipements

Les équipements utilisés sont soit des équipements à arceaux fixes, installés dans les services d'imagerie interventionnelle, où sont exercées les spécialités vasculaires (neuroradiologie,

cardiologie, etc.), soit des arceaux déplaçables de radiologie utilisés principalement dans les salles des blocs opératoires par plusieurs spécialités chirurgicales, notamment en chirurgie vasculaire, en gastro-entérologie, en orthopédie et en urologie.

Les détecteurs présents sur les équipements à arceaux sont des amplificateurs de luminance ou des capteurs plans. Ces équipements font appel à des techniques utilisant la radioscopie et la radiographie dynamique cadencée (appelée « fluorographie » ou encore « mode ciné ») destinées à produire des images à haute résolution spatiale. Le mode d'obtention des images par soustraction peut être également utilisé, par les praticiens, après injection de produit de contraste. Depuis peu, des scanners, parfois

mobiles ou déplaçables, sont utilisés dans les blocs opératoires par des chirurgiens. Ce type d'équipement aide le praticien à la réalisation de son acte en offrant des images multiplans permettant une navigation virtuelle. Toutefois, ces scanners ne sont pas nécessairement dotés des dernières technologies de réduction de dose. Les personnels interviennent le plus souvent à proximité immédiate du patient et sont également exposés à des niveaux de doses plus élevés que lors d'autres pratiques interventionnelles. Dans ces conditions, compte tenu des risques d'exposition pour l'opérateur et pour le patient, les pratiques doivent être optimisées pour réduire les doses et assurer la radioprotection des opérateurs et des patients.

Les établissements

903 établissements pratiquent des PIR à enjeux (en matière de radioprotection) dans une ou plusieurs disciplines selon les codes de la classification commune des actes médicaux et les données d'activité remontées par les établissements de santé à l'Agence technique de l'information sur hospitalisation (ATIH). La répartition du nombre d'établissements par catégorie de PIR est présentée dans le graphique 12.

En 2020, les divisions territoriales de l'ASN ont délivré 450 accusés de réception de déclaration de PIR.

5.2 Les règles techniques d'aménagement des locaux

Les locaux dans lesquels sont réalisées les PIR, blocs opératoires et salles d'imagerie interventionnelle, doivent être aménagés conformément aux dispositions de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017 mentionnée au point 4.2.

Peu d'établissements sont conformes à cette décision car les dispositifs de signalisation et de sécurité sont souvent absents; les rapports techniques sont, pour beaucoup, incomplets ou inexistant. L'ASN a relevé que la conformité à cette décision était plus satisfaisante dans les services de radiologie interventionnelle que dans les blocs opératoires.

5.3 L'état de la radioprotection dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées

Depuis plusieurs années, des événements significatifs de radioprotection sont régulièrement déclarés à l'ASN dans le domaine des PIR. Bien que ces événements soient peu nombreux au regard de l'ensemble des événements déclarés à l'ASN dans le domaine médical, ils présentent, le plus souvent, des enjeux importants, avec la survenue de dommages tissulaires (radiodermites, nécroses) chez des patients ayant eu des procédures interventionnelles particulièrement longues et complexes. À ces événements, soulignant les enjeux forts de radioprotection pour les patients, il faut ajouter ceux concernant les professionnels, dont l'exposition peut conduire à des dépassements des limites de dose réglementaires, en particulier au niveau des extrémités (doigts).

En raison des enjeux de radioprotection, l'ASN mène dans ce secteur un nombre important d'inspections. En 2020, 144 établissements ont été inspectés, représentant 238 services. Ces inspections ont été conduites au sein de services d'imagerie interventionnelle (salles dédiées à la radiologie vasculaire et ostéo-articulaire interventionnelle, à la neuroradiologie et à la cardiologie) et de chirurgie (bloc opératoire) pratiquant des actes interventionnels radioguidés. 55 % des inspections réalisées en 2020 sont effectuées dans les services de bloc opératoire. 59 établissements ont été inspectés totalement à distance et 15 sous un format à distance suivi d'une courte visite sur site.

Caractéristiques des services inspectés

238 services ont fait l'objet d'une inspection se répartissant comme suit :

- parmi les 131 services de blocs opératoires inspectés en 2020, 121 disposaient au moins d'un arceau mobile, 8 d'arceaux fixes et 2 d'un scanner mobile. Pour s'adapter aux contraintes organisationnelles des services dans le contexte de pandémie de Covid-19, l'ASN a inspecté 53 services totalement à distance, et 17 sous un format à distance suivi d'une courte visite sur site;
- les 107 services d'imagerie interventionnelle inspectés se répartissent ainsi : 37 services de cardiocoronarographie, 29 de cardiorythmologie, 34 de radiologie interventionnelle vasculaire et ostéo-articulaire et enfin 7 de neuroradiologie. 82 disposaient au moins d'un arceau fixe, 14 d'arceaux mobiles et 11 de scanners fixes;
- 42 services ont été inspectés totalement à distance, et 23 sous un format à distance suivi d'une courte visite sur site.

Plus de 76 % des services d'imagerie interventionnelle inspectés disposent d'arceaux fixes alors que, dans les blocs opératoires, les médecins utilisent majoritairement des arceaux mobiles (92 %) comme aide au guidage lors de leurs pratiques chirurgicales. Par ailleurs, des dispositifs médicaux de plus en plus performants et sophistiqués sont installés dans les blocs opératoires. Il s'agit de scanners mobiles ou d'arceaux fixes dans des salles dites « hybrides » qui associent les caractéristiques d'un bloc de chirurgie classique à celles d'une salle d'imagerie interventionnelle; cette combinaison permet au chirurgien d'effectuer de la chirurgie dite « mini-invasive » sous imagerie 2D et 3D. Des scanners fixes couplés à des arceaux fixes commencent également à être installés dans les établissements de santé.

5.3.1 La radioprotection des professionnels

Dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires

La radioprotection des professionnels est jugée satisfaisante, en particulier la nomination d'une personne compétente en radioprotection – PCR – (environ 93 % des services inspectés) et la mise en œuvre du zonage radiologique des installations (84 % des services inspectés). Pour les 7 % restant, il n'y a pas de PCR, ou la PCR externe n'est pas présente lors des PIR comme l'impose la [décision n° 2009-DC-0147 de l'ASN du 16 juillet 2009](#).

Cependant, le manque de formation des professionnels à la radioprotection des travailleurs, en particulier des praticiens intervenant dans les blocs opératoires, est un constat récurrent d'inspection: la formation est mise à jour pour la totalité des personnels dans seulement un quart des services inspectés.

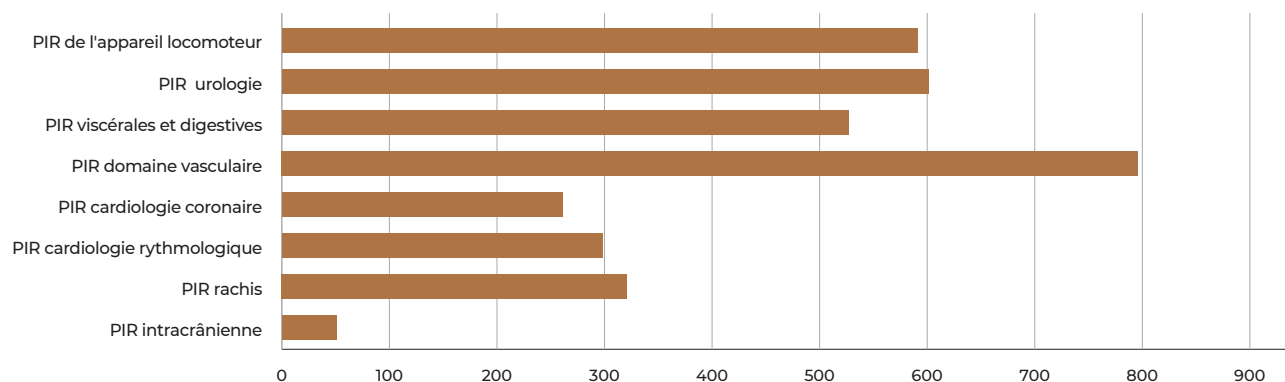
La formation à la radioprotection des travailleurs, des professionnels médicaux et paramédicaux utilisant des équipements avec des arceaux fixes dans des salles dédiées reste faible également, même s'ils sont, dans l'ensemble, mieux formés.

Si les équipements de protection collective de radioprotection sont disponibles dans les services d'imagerie interventionnelle, ils sont encore trop peu présents au sein des blocs opératoires.

La coordination des mesures de prévention avec les entreprises extérieures intervenant dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires était nettement insuffisante en 2019, avec seulement 26 % des établissements qui avaient formalisé ces mesures de coordination dans un plan de prévention avec tous les prestataires. Cette situation est encore moins satisfaisante en 2020, avec seulement 20 % des établissements inspectés qui ont formalisé leur plan de prévention avec tous les intervenants extérieurs.

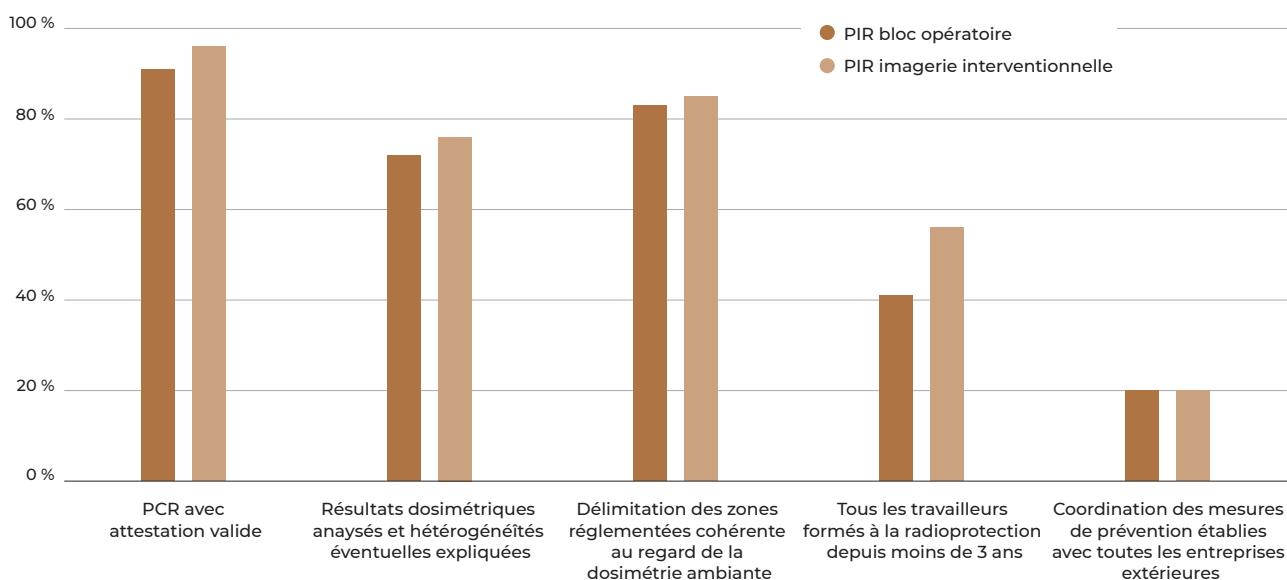
GRAPHIQUE 12

Répartition du nombre d'établissements par catégorie de pratiques interventionnelles radioguidées en 2020



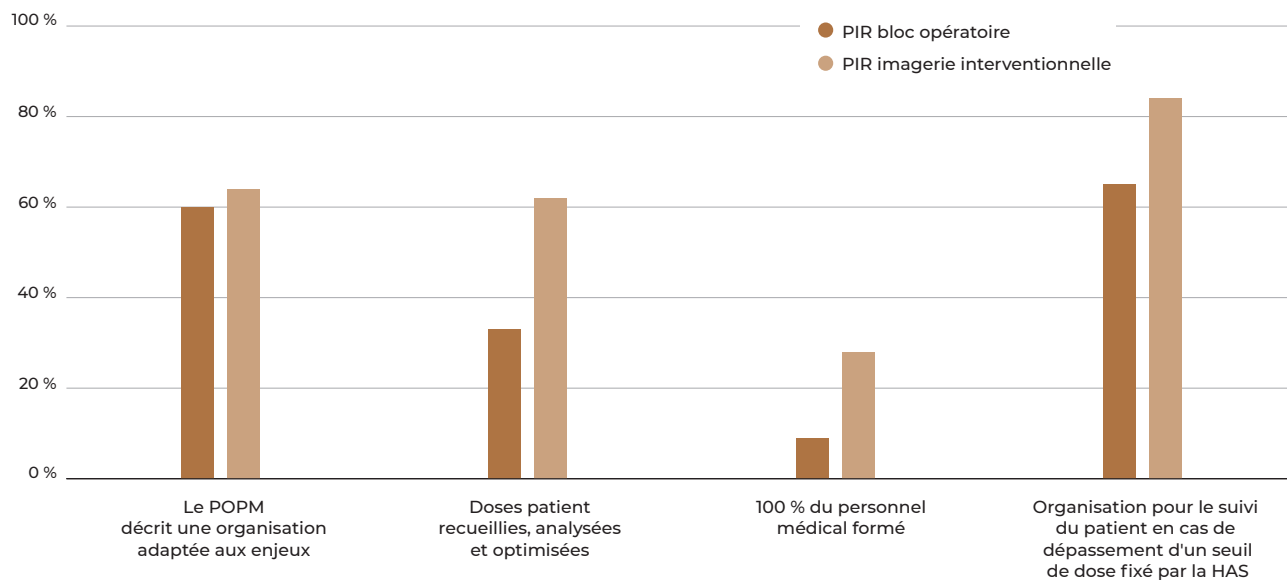
GRAPHIQUE 13

Pourcentage de conformité des installations de PIR inspectées sur le thème de la radioprotection des professionnels en 2020



GRAPHIQUE 14

Pourcentage de conformité des installations de PIR inspectées sur le thème de la radioprotection des patients en 2020



Plus précisément dans les blocs opératoires

Les professionnels des blocs opératoires ont à leur disposition, dans 76% des sites inspectés, des dispositifs de suivi dosimétrique en nombre suffisant et adapté aux expositions des professionnels. Si cela reste insuffisant, l'ASN note des résultats en légère hausse par rapport à 2019.

L'absence de suivi dosimétrique adapté pour certains actes radioguidés, notamment au niveau des extrémités, ainsi que l'absence de suivi médical des praticiens, rendent difficile l'évaluation de la radioprotection pour les professionnels des blocs opératoires.

Des difficultés d'ordre organisationnel persistent pour les PCR, lesquelles ne disposent pas toujours des moyens suffisants leur permettant de remplir pleinement leurs missions. Par ailleurs, le temps alloué à leur mission n'est pas toujours adapté, d'autant plus que certains établissements font également reposer la radioprotection des patients sur la PCR. L'ASN constate que les PCR analysent les résultats dosimétriques afin de détecter des mauvaises pratiques et d'y remédier. Dans les blocs opératoires du secteur libéral, le suivi dosimétrique, le suivi médical et, le cas échéant, celui des employés constituent une difficulté récurrente.

Les vérifications techniques de radioprotection

Les vérifications techniques de radioprotection externes ont été réalisées dans 79% des services d'imagerie interventionnelle et dans environ 69% des blocs opératoires. Lorsque des non-conformités étaient identifiées, elles étaient levées ou en cours de régularisation, lors de l'inspection, dans 72% des cas, résultat en hausse par rapport à 2019 (66%). Il existe cependant encore une marge de progression pour le respect des fréquences de vérification exigées.

5.3.2 La radioprotection des patients

Les constats établis à l'issue des inspections de 2020 confirment, pour la radioprotection des patients, les observations faites au cours de ces dernières années (voir graphique 14).

Ainsi, l'ASN constate encore un faible recours aux médecins médicaux dans les services pratiquant des actes interventionnels radioguidés et le caractère très peu détaillé des POPM concernant les modalités d'organisation de la physique médicale pour les pratiques interventionnelles radioguidées (les missions et le temps de présence du médecin médical en fonction des activités ne sont pas définis). Cela constitue un frein à la mise en œuvre du principe d'optimisation. Une collaboration étroite entre

Pratiques interventionnelles radioguidées au bloc opératoire : les recommandations du Groupe permanent d'experts radioprotection pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants

Les pratiques interventionnelles radioguidées (PIR) dans les blocs opératoires sont en plein essor, tant du point de vue de la diversité des actes, que du nombre de spécialités concernées et des dispositifs médicaux utilisés. Si les actes en PIR réalisés sur des équipements radiogènes fixes se sont significativement améliorés en matière de radioprotection ces dix dernières années, les constats faits par l'ASN lors d'inspections mettent en évidence des manquements pour les actes réalisés au bloc opératoire. Les enjeux de radioprotection pour chaque patient sont le plus souvent faibles. En revanche, du fait de la multiplicité des actes, les enjeux d'exposition professionnelle sont croissants. Les risques sont principalement liés à un manque de culture vis-à-vis des règles de base de

la radioprotection. Des progrès significatifs restent à réaliser dans le cadre des actes chirurgicaux.

En 2020, l'ASN a publié [un rapport établissant des recommandations](#) en vue d'améliorer la radioprotection lors des PIR dans les blocs opératoires. Ce rapport propose 20 recommandations, qui portent sur 4 axes :

- la qualité et gestion des risques;
- les responsabilités de chacun des acteurs;
- la formation en radioprotection;
- les outils à développer en radioprotection.

Sur la base de ces recommandations, une lettre circulaire en date du 29 juillet 2020 a été adressée à l'ensemble des établissements de santé.

Événements significatifs concernant la radioprotection des professionnels

En 2020, trois événements significatifs en radioprotection (ESR) ont concerné des travailleurs et fait l'objet d'un avis d'incident en raison d'un dépassement de la limite réglementaire d'exposition aux rayonnements ionisants au niveau des extrémités ou du corps entier. L'ASN a classé ces événements au niveau 1 de l'échelle INES (échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques, graduée de 0 à 7 par ordre croissant de gravité).

Ces ESR sont survenus lors d'infiltrations par des praticiens exerçant en radiologie et lors de procédures radioguidées de vertébroplastie en chirurgie. Deux des professionnels ont reçu une dose équivalente supérieure à 500 millisieverts (mSv) au niveau des mains sur 12 mois consécutifs et le troisième une dose efficace cumulée supérieure à 20 mSv.

L'exposition des praticiens aux rayonnements ionisants, lors de ce type d'acte, dépend de la pratique individuelle de ces derniers, des paramètres d'acquisition de l'image radiologique et de l'utilisation d'équipement de protection individuelle.

L'ASN rappelle l'obligation, pour les travailleurs classés, de porter l'ensemble de leurs dosimètres et la nécessité de les transmettre à l'organisme accrédité au plus tard 10 jours après l'échéance de la période de port, afin de détecter au plus tôt une exposition anormale. Il est également nécessaire que les professionnels portent leurs équipements de protection individuelle (EPI) et mettent en œuvre l'optimisation des pratiques pour la réalisation des examens sous guidage radiologique.

opérateur et physicien médical, ainsi qu'une présence régulière de ce dernier sur le terrain permettraient, notamment, une meilleure utilisation des équipements, avec la mise en place de protocoles adaptés aux actes réalisés, le recueil des doses délivrées et l'évaluation au regard des niveaux de référence dosimétrique à définir localement. Lorsqu'il est fait appel à des sociétés proposant des prestations externes en physique médicale, il est constaté que les établissements s'approprient peu la démarche d'optimisation. Ces constats ont été notamment observés dans les blocs opératoires, où cette démarche d'optimisation est rarement mise en place et doit nettement progresser.

Dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires

Les insuffisances constatées concernent, d'une part, la formation des professionnels à la radioprotection des patients (28% des services d'imagerie interventionnelle ont l'ensemble de leur personnel à jour de leur formation; 9% des services des blocs opératoire), d'autre part, l'application du principe d'optimisation des actes, tant au niveau du paramétrage des appareils, des protocoles utilisés, que des pratiques.

L'ASN constate que, les doses sont recueillies, analysées et optimisées dans 33 % des blocs et 62 % des services d'imagerie interventionnelle inspectés. Le suivi du patient en cas de dépassement du seuil d'exposition à la peau, [défini par la HAS](#)⁽⁸⁾, est peu satisfaisant, en particulier dans les blocs opératoires (65% de suivi pour les blocs opératoires et 84 % pour les services d'imagerie interventionnelle).

Des niveaux de référence, pour les examens les plus courants, sont de plus en plus souvent élaborés au niveau local. Cette démarche permet, en outre, de fixer des niveaux d'alerte permettant de déclencher un suivi médical du patient adapté en fonction des niveaux de dose délivrés au patient. Les systèmes d'archivage et d'analyse de la dose au patient se déploient actuellement et facilitent l'élaboration des niveaux de référence et d'alerte locaux par équipement et par type d'acte. Ces systèmes sont un atout pour la connaissance des doses précédemment reçues par le patient et son suivi.

Les contrôles de qualité externes des dispositifs médicaux sont généralement réalisés à la bonne fréquence, et les non-conformités étaient levées, ou en cours de mise en conformité, le jour de l'inspection, aussi bien dans les blocs opératoires que dans les services d'imagerie interventionnelle.

Plus précisément dans les blocs opératoires

Au bloc opératoire, les personnels médicaux ont une connaissance insuffisante des niveaux de référence pour les types d'actes pratiqués. Les arceaux de bloc, du fait de leur mobilité, sont plus rarement connectés aux systèmes d'archivage de l'établissement que les arceaux fixes des services d'imagerie interventionnelle.

5.3.3 Les événements déclarés en relation avec les pratiques interventionnelles radioguidées

Un système d'enregistrement des événements est mis en place dans plus de 76% des sites inspectés. En 2020, 28 événements significatifs ont été déclarés dans ce domaine, dont 4 relèvent également d'une déclaration de matériovigilance :

- 10 événements concernent des surexpositions de patients, certains ayant entraîné des effets déterministes, tels qu'une alopecie transitoire (3) ou une radiodermite (1);
- 15 événements concernent des expositions de professionnels;
- 3 événements concernent des patientes enceintes exposées lors d'un examen interventionnel radioguidé, ces femmes ignorant leur grossesse au moment de l'exposition.

Pour les ESR concernant les patients, la majorité des surexpositions sont dues à des procédures longues, complexes (en cardiologie et en neuroradiologie). L'une d'entre elle concerne une surexposition liée à un défaut de dispositif médical. Un patient a été exposé de façon accidentelle par le personnel, la pédale de scopie étant bloquée en « mode » émission de rayons X sous le dispositif médical.

Pour les ESR concernant les professionnels, les surexpositions déclarées résultent d'expositions accidentelles. Pour trois professionnels, les limites réglementaires au niveau des extrémités ou du corps entier ont été dépassées. Deux événements se sont produits au décours du rangement de l'appareil émettant des rayonnements ionisants (appareil sous tension) ou du bio-nettoyage.

SYNTHÈSE

Dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées, l'ASN constate, dans la continuité des années précédentes, que le niveau de radioprotection des patients et des professionnels, notamment pour les actes de chirurgie réalisés dans les blocs opératoires, demeure insuffisant. C'est la raison pour laquelle de nouvelles recommandations pour améliorer la radioprotection dans les blocs opératoires ont été diffusées en 2020. Des écarts réglementaires sont encore fréquemment relevés en inspection, tant pour la radioprotection des patients que pour celle des professionnels, et des événements sont toujours déclarés à l'ASN en raison de dépassements des limites de dose concernant des praticiens interventionnels. L'état de la radioprotection est cependant nettement meilleur dans les services qui utilisent ces techniques depuis longtemps, par exemple dans les services d'imagerie où sont réalisées des activités de cardiologie et de neurologie interventionnelles. Un travail important de sensibilisation de l'ensemble des professionnels médicaux, paramédicaux et administratifs des établissements reste nécessaire pour une meilleure perception des enjeux, notamment pour les intervenants au bloc opératoire.

La formation continue des professionnels, particulièrement des praticiens, et l'intervention de physiciens médicaux pour optimiser les protocoles d'interventions au titre de la radioprotection constituent deux axes majeurs de maîtrise des doses délivrées aux patients lors des actes interventionnels.

8. Améliorer le suivi des patients en radiologie interventionnelle et actes radioguidés – réduire le risque d'effets déterministes du 21 mai 2014.

6. Le radiodiagnostic médical et dentaire

6.1 La présentation des équipements

Le **radiodiagnostic médical** est fondé sur le principe de l'atténuation différentielle des rayons X dans les organes et tissus du corps humain. Les informations sont recueillies sur des supports numériques permettant le traitement informatique des images obtenues, leur transfert et leur archivage.

Le radiodiagnostic est une des plus anciennes applications médicales des rayonnements ionisants ; il regroupe toutes les modalités d'exploration morphologique du corps humain utilisant les rayons X produits par des générateurs électriques. Occupant une grande place dans le domaine de l'imagerie médicale, il comprend diverses techniques (radiologie conventionnelle, radiologie associée à des pratiques interventionnelles, scanographie, mammographie) et une très grande variété d'exams (radiographie du thorax, scanner thoraco-abdomino-pelvien, etc.).

La demande d'examen radiologique par le médecin doit s'inscrire dans une stratégie diagnostique tenant compte des informations déjà connues chez le patient, de la question posée, du bénéfice attendu pour le patient, du niveau d'exposition de l'examen et de l'historique des doses et des possibilités offertes par d'autres techniques d'investigation non irradiantes. Un guide à l'attention des médecins (*Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale*) précise les examens les plus appropriés à demander en fonction des situations cliniques.

6.1.1 Le radiodiagnostic médical

La radiologie conventionnelle

La radiographie conventionnelle (réalisation de clichés radiographiques) représente, en nombre d'actes, la grande majorité des examens radiologiques réalisés.

Il s'agit principalement des examens du squelette, du thorax et de l'abdomen. La radiologie conventionnelle peut être mise en œuvre dans des installations fixes réservées au radiodiagnostic ou, ponctuellement, à l'aide d'appareils mobiles si la situation clinique du patient le justifie.

L'angiographie

Cette technique utilisée pour l'exploration des vaisseaux sanguins fait appel à l'injection d'un produit de contraste radio-opaque dans les vaisseaux qui permet de visualiser l'arbre artériel (artériographie) ou veineux (phlébographie). Les techniques d'angiographie bénéficient d'un traitement informatique des images (de type angiographie de soustraction digitale).

La mammographie

Compte tenu de la constitution de la glande mammaire et de la finesse des détails recherchés pour un diagnostic, des appareils spécifiques (mammographes) sont utilisés. Ils fonctionnent sous une faible tension et offrent une haute définition et un contraste élevé. Ils sont notamment utilisés dans le cadre du programme national de dépistage du cancer du sein.

L'ASN a été sollicitée et a rendu un avis favorable sur le projet de décision relative aux contrôles de qualité interne et externe des installations de mammographie numérique. Cette décision met à jour les contrôles réalisés sur des mammographes 2D et prévoit des contrôles de qualité externes sur les dispositifs de tomosynthèse.

En effet, la tomosynthèse, nouvelle technique d'imagerie tridimensionnelle du sein, se développe en Europe sans aucun contrôle qualité. Les évaluations de cette technique, en cours dans

plusieurs États européens, devraient permettre d'en déterminer les avantages par rapport à la technique d'imagerie planaire traditionnelle. À ce jour, cette technique n'est pas validée pour être employée dans le cadre du dépistage organisé du cancer du sein. L'ASN participe à un groupe de travail, piloté par la HAS, dont l'objectif est d'évaluer la place de la mammographie par tomosynthèse dans la stratégie de dépistage du cancer du sein.

La scanographie

Les appareils de scanographie, appelés aussi tomodescripteurs (TDM), utilisent un faisceau de rayons X émis par un tube qui se déplace selon une spirale autour du corps du patient (scanner hélicoïdal). S'appuyant sur un système informatique d'acquisition et de traitement d'images, ils permettent la reconstitution en trois dimensions des organes, avec une qualité d'image très supérieure à celle des appareils de radiologie conventionnelle. Le nombre de rangées de détecteurs (scanner multicoupe ou scanner volumique) s'est accru sur les appareils récents, améliorant la finesse des coupes. Un examen peut comporter plusieurs acquisitions hélicoïdales sur une même région anatomique (avec ou sans injection de produit de contraste) ou sur différentes régions anatomiques.

Cette technique peut, comme l'IRM, être associée avec l'imagerie fonctionnelle fournie par la médecine nucléaire afin d'obtenir des images de fusion associant les informations fonctionnelles aux informations structurelles.

Les technologies développées ces dernières années rendent les examens plus faciles et plus rapides à réaliser, et ont entraîné une extension des possibilités d'exploration (exemple des acquisitions volumiques en mode dynamique) et des indications⁹. La mise sur le marché d'équipements de scanographie mobiles pour un usage peropératoire est à souligner, ainsi que l'augmentation des actes interventionnels radioguidés sous scanner.

En contrepartie, ces évolutions technologiques ont entraîné une multiplication des examens, responsables d'une augmentation des doses délivrées aux patients, renforçant la nécessité d'une déclinaison stricte des principes de justification et d'optimisation (voir chapitre 1). Des progrès techniques permettent toutefois un nouveau mode de reconstruction des images grâce à la reconstruction itérative. La scanographie peut ainsi bénéficier d'une réduction de dose pour une image de qualité constante. Les équipements peuvent également être dotés d'outils de réduction de dose.

La téléradiologie

La téléradiologie offre la possibilité de conduire la réalisation et d'interpréter des examens de radiologie réalisés dans un site à distance. Les échanges doivent s'effectuer dans la stricte application de la réglementation (notamment de radioprotection, de qualité de réalisation et de transfert des images) et des règles de déontologie.

Deux modes d'échanges sont principalement pratiqués :

- le télédiagnostic, qui permet à un médecin de proximité (par exemple : médecin urgentiste), non radiologue, de réaliser l'examen puis de télétransmettre les images à un radiologue, en vue d'obtenir une interprétation. Le radiologue peut intervenir, le cas échéant au cours de l'examen, pour guider le manipulateur en électroradiologie dans la réalisation de l'examen et le recueil des images. Dans ce cas, le médecin de proximité est considéré comme le médecin réalisateur de l'acte et en assume la responsabilité ;

9. Une indication désigne un signe clinique, une maladie ou une situation affectant un patient, qui justifie l'intérêt d'un traitement médical ou d'un examen médical.

- la téléexpertise, qui est un échange d'avis entre deux radiologues, l'un demandant à l'autre « radiologue expert » à distance (téléradiologie) de confirmer ou d'infirmer un diagnostic, de déterminer une orientation thérapeutique ou encore de guider la réalisation de l'examen à distance. Les modes de transmission sont sécurisés et permettent le maintien du secret médical et de la qualité des images.

La téléradiologie met en œuvre des responsabilités multiples, qui doivent être précisées dans la convention qui lie le médecin réalisateur de l'acte au téléradiologue. L'acte de téléradiologie constitue un acte médical à part entière, comme tous les autres actes d'imagerie, et ne se résume pas à une simple interprétation à distance d'images. La téléradiologie s'inscrit donc dans l'organisation générale des soins encadrée par le code de la santé publique et obéit aux règles de déontologie en vigueur.

La [charte de téléradiologie](#) éditée par le Conseil professionnel de la radiologie française (G4) a été réactualisée en 2020. Cette quatrième version fait évoluer la charte à la lumière des pratiques et de la réglementation en vigueur, en particulier en matière de données de santé à caractère personnel, et des recommandations de la Commission nationale de l'informatique et des libertés. Elle précise l'organisation des deux volets de la téléradiologie (télédiagnostic et téléexpertise). Par ailleurs, un guide de bonnes pratiques relatif à la [qualité et sécurité des actes de téléimagerie](#) a été publié en mai 2019 par la Haute Autorité de santé (HAS). La HAS y réalise une mise au point importante sur le bon usage des « examens d'imagerie médicale avec interprétation à distance ». Il a la particularité de traiter également de la télé médecine nucléaire, mise en place dans le but d'assurer un maillage homogène du territoire. Ce guide ne prend pas en compte la mammographie, qui ne peut être faite en téléradiologie, car elle nécessite un examen clinique de la patiente comprenant une palpation.

6.1.2 Le radiodiagnostic dentaire

La radiographie intra-orale

Fixés le plus souvent sur un bras articulé, les générateurs de radiographie de type intra-oral (le détecteur radiologique est dans la bouche) permettent la prise de clichés planaires localisés des dents. Ils fonctionnent avec des tensions et intensités faibles et un temps de pose très bref, de l'ordre de quelques centièmes de seconde. Cette technique est le plus souvent associée à un système de traitement et d'archivage numérique de l'image radiographique.

La radiographie panoramique dentaire

La radiographie panoramique dentaire (orthopantomographie) donne, sur une même image, l'intégralité des deux maxillaires par rotation du tube radiogène autour de la tête du patient durant quelques secondes.

La tomographie volumique à faisceau conique

Dans le domaine de la radiologie dentaire, la tomographie volumique à faisceau conique (3D) se développe très rapidement dans tous les domaines, en raison de la qualité exceptionnelle des images délivrées (résolution spatiale de l'ordre de 100 microns). En contrepartie de performances diagnostiques supérieures, ces appareils délivrent des doses significativement plus élevées qu'en radiologie dentaire conventionnelle.

Les appareils électriques portables générateurs de rayons X

L'ASN et la [Commission radioprotection dentaire](#) ont publié une [note d'information](#) en mai 2016 rappelant les règles liées à la détention et à l'utilisation d'appareils électriques portables générateurs de rayons X. « L'exécution d'examen radiologiques en dehors d'une salle aménagée, à cet effet, doit demeurer l'exception et être justifiée par des nécessités médicales impératives, limitées aux examens peropératoires ou pour des malades intransportables. La

pratique de la radiologie en routine dans un cabinet dentaire pourvu d'une installation conforme ne saurait être conduite à l'aide d'appareils mobiles ou portatifs. »

Cette position est confortée par celle prise par l'Association européenne des autorités compétentes en radioprotection (*Heads of the European Radiological protection Competent Authorities – HERCA*), pour qui l'utilisation de tels appareils devrait être réservée aux patients non valides, au secteur médico-légal et aux militaires sur les terrains d'actions ([Position statement on use of handheld portable dental X-ray equipment](#) – HERCA, juin 2014).

6.2 Les règles techniques d'aménagement des installations de radiodiagnostic médical et dentaire

Les installations de radiologie

Une installation de radiologie comprend le plus souvent un générateur (bloc haute tension, tube radiogène) associé à un socle assurant le déplacement du tube (le statif), un poste de commande et une table ou un fauteuil d'examen.

Les installations mobiles, mais utilisées couramment dans un même local, telles que les générateurs de rayons X utilisés dans les blocs opératoires, sont considérées comme des installations fixes.

Les installations radiologiques doivent être aménagées conformément aux dispositions de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017 mentionnée au point 4.2. Cette décision s'applique à toutes les installations de radiologie médicale, y compris la scannographie et la radiologie dentaire. Sont exclus, cependant, les générateurs de rayons X servant uniquement à la radiographie au lit du patient excluant toute utilisation en mode scopie. Un rapport technique démontrant la conformité de l'installation aux exigences de la décision de l'ASN est à établir par le responsable de l'activité nucléaire.

6.3 L'état de la radioprotection : focus sur le scanner

Plus de 900 établissements détiennent 1 245 équipements et disposent d'une autorisation de l'ASN. Le graphique 15 présente la répartition des scanners par zone géographique couverte par les divisions territoriales de l'ASN, ainsi que la répartition des 185 autorisations instruites en 2020.

Dans un [rapport](#) publié en septembre 2018, l'IRSN relève que l'âge moyen du parc de scanners est plus élevé dans le secteur public que dans le secteur privé.

En 2020, 30 inspections ont été réalisées par l'ASN. Dix-huit ont porté spécifiquement sur des sites ayant des scanners prenant en charge des patients arrivés aux urgences ou des patients pédiatriques (que le scanner soit dédié à ces activités ou non). L'une de ces 18 inspections a été réalisée totalement à distance.

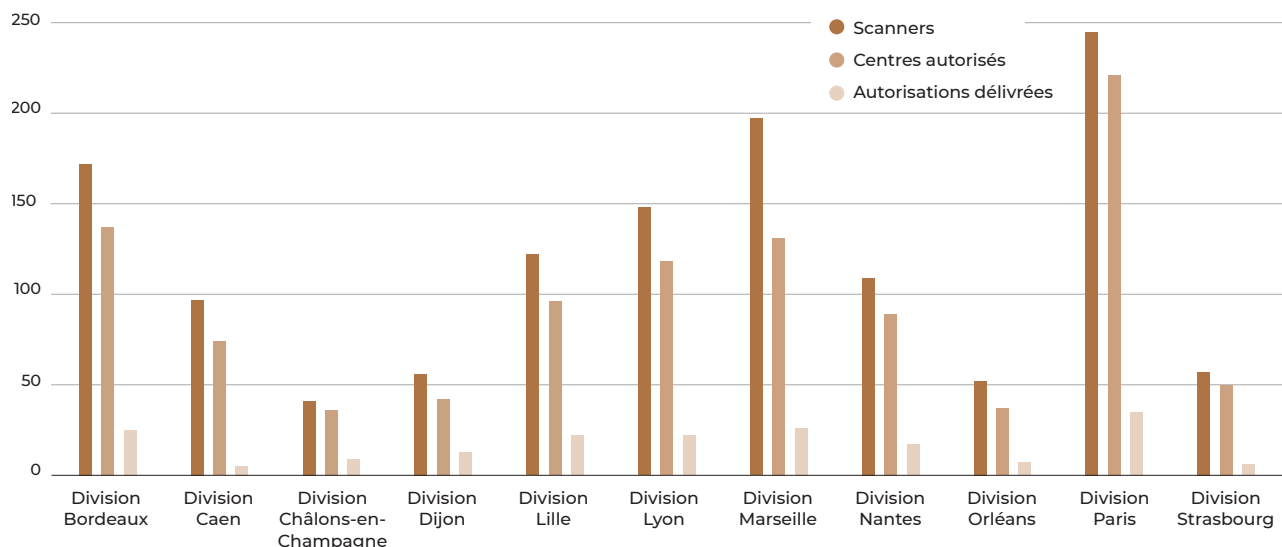
Ces inspections visent à vérifier les exigences définies par la [décision n° 2019-DC-660 de l'ASN du 15 janvier 2019](#) relative à l'assurance de la qualité en imagerie médicale.

La majorité des établissements inspectés relèvent du secteur public (11/18). Sept d'entre eux disposent d'un scanner dédié à l'activité des urgences. Selon les informations recueillies, le nombre d'actes moyen est de l'ordre de 8026 par an et par scanner.

L'organisation du service des urgences incluant l'accès au scanner, notamment en nuit profonde (entre minuit et 6 heures du matin), est systématiquement formalisée. Des procédures précisent les modalités de prise en charge des patients à risque pour 12 des établissements, quatre ont des procédures orales et deux n'en ont aucune.

GRAPHIQUE 15

Répartition, par division territoriale de l'ASN, du nombre de scanners et du nombre d'autorisations créées ou reconduites en 2020



Des fiches de poste existent pour chaque catégorie de professionnels pour 13 des 18 établissements inspectés. Quatorze des 18 établissements ont formé plus de 85 % de leurs professionnels à la radioprotection et deux en ont formé entre 65% et 85%. Le parcours d'habilitation au poste de travail reste cependant à définir.

Une demande est normalement établie pour chaque examen, avec la validation d'un radiologue, ou d'un téléradiologue pour un établissement. En revanche, aucune procédure n'est formalisée.

Les différentes étapes de la vérification des demandes d'examen (réception, analyse préalable, validation, substitution, non-réalisation de l'acte) sont seulement formalisées par 9 des établissements. Cependant, la demande d'examen est validée dans 17 établissements sur 18.

L'organisation de la physique médicale concernant les scanner est décrite dans un POPM par 15 des établissements, mais le temps alloué au physicien médical pour l'exercice de ses missions a été jugé insuffisant dans 5 cas.

Une démarche d'optimisation est en place (protocoles d'examen optimisés, recueil et analyse des niveaux de référence diagnostiques, etc.), avec l'utilisation d'un DACS (*Dose Archiving and Communication System*) dans 14 des établissements inspectés.

Les contrôles de qualité du scanner sont réalisés aux fréquences imposées et les non-conformités, lorsqu'elles existent, font l'objet d'actions correctives.

Les événements de radioprotection sont déclarés et analysés pour 13 des établissements inspectés.

6.4 Les événements déclarés en radiodiagnostic médical et dentaire

238 événements significatifs de radioprotection (ESR) ont été déclarés dans le domaine du diagnostic médical et dentaire :

- 73 en radiologie conventionnelle, dont 38 chez des femmes ignorant leur grossesse ;
- 165 en scanographie, dont 76 chez des femmes ignorant leur grossesse.

Les ESR concernent principalement des femmes ignorant leur grossesse (114), des défaillances dans le processus de prise en charge des patients (erreur d'identitovigilance, de protocoles, etc.) ainsi que des situations d'exposition inappropriées de professionnels (8). La recherche par les professionnels d'un éventuel état de grossesse doit encore être renforcée.

SYNTHÈSE

Les examens diagnostiques faisant appel à un appareil de scanographie contribuent de façon très importante à la dose collective reçue par la population, l'imagerie médicale étant la première source des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. L'ASN constate lors de ses inspections un manque de traçabilité de la justification des examens et des difficultés rencontrées par les professionnels pour la mettre en œuvre. Le manque de formation des médecins demandeurs, de recours au guide du bon usage des examens médicaux, l'absence de protocoles de justification des actes les plus courants expliquent pour partie le fait que ce principe de justification ne soit pas toujours respecté. En outre, le manque de disponibilité des autres modalités diagnostiques (IRM, échographie) ainsi que de professionnels de santé limitent la substitution d'actes irradiants par des actes non irradiants. L'ASN a publié en juillet 2018 un [2^e plan d'action pour la maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes en imagerie médicale](#). Ce plan vise à renforcer la mise en œuvre de la justification des actes et de l'optimisation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients.

7. Les irradiateurs de produits sanguins

7.1 Description

L'irradiation de produits sanguins est pratiquée pour prévenir des réactions post-transfusionnelles chez les patients recevant une transfusion sanguine. L'irradiation délivre à la poche de sang une dose d'environ 20 à 25 Gy.

Depuis 2009, les irradiateurs à sources ont été progressivement remplacés par des générateurs électriques de rayons X, soumis à déclaration auprès de l'ASN depuis 2015. En 2019, le parc d'irradiateurs comprenait 29 appareils équipés de générateurs électriques de rayons X.

7.2 Les règles techniques applicables aux installations

Un irradiateur de produits sanguins doit être installé dans un local dédié dont l'aménagement permet d'assurer la protection physique (incendie, inondation, effraction, etc.). L'accès à l'appareil, dont le pupitre de commande doit pouvoir être verrouillé, est limité aux seules personnes habilitées à l'utiliser.

L'aménagement des locaux accueillant des irradiateurs équipés de générateurs électriques de rayons X doit être conforme aux dispositions de la [décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017](#).

8. Synthèse et perspectives

L'année 2020 a été marquée par la pandémie de Covid-19, qui a considérablement perturbé le système de soins. En conséquence, l'ASN a réduit le nombre de ses inspections dans le domaine médical et adapté ses modalités de contrôle, en déployant en particulier des inspections à distance. Ce type d'inspections a concerné 26 % des inspections réalisées, la proportion la plus importante concernant la médecine nucléaire (35 %) et la plus faible la scanographie (5 %). Aussi, le bilan de l'état de la radioprotection en 2020 est établi sur un nombre d'inspections nettement inférieur aux années précédentes (réduction de 28 %).

L'ASN considère que, sur la base de ces inspections conduites en 2020, l'état de la radioprotection, dans le domaine médical est comparable à celle de 2019. Aucune défaillance majeure n'a été détectée dans les domaines de la radioprotection des professionnels, des patients, de la population et de l'environnement.

Néanmoins, des progrès sont nécessaires pour mieux anticiper l'arrivée de nouveaux équipements, de nouvelles pratiques et de nouveaux médicaments radiopharmaceutiques et pour améliorer le niveau de culture de radioprotection chez des utilisateurs non spécialistes des rayonnements ionisants. Tel est le cas des chirurgiens, appelés de plus en plus à réaliser des actes radioguidés dans les blocs opératoires. En outre, des erreurs de côté, de fractionnement en radiothérapie, d'administration de médicaments radiopharmaceutiques en médecine nucléaire, des dépassements de limites de dose extrémité ou corps entier de praticiens lors d'actes interventionnels, ainsi que des contaminations ou expositions en médecine nucléaire, sont toujours déclarés et rappellent la nécessité d'évaluer régulièrement les pratiques.

La mise à jour du cadre réglementaire s'est poursuivie en 2020 et début 2021 avec l'adoption de deux décisions de l'ASN portant sur la mise en place du nouveau régime administratif d'enregistrement applicable aux pratiques interventionnelles radioguidées à enjeu

et aux scanners, ainsi que sur la qualification des médecins et chirurgiens-dentistes utilisateurs de rayonnements ionisants et du médecin coordonnateur lorsque l'autorisation ou l'enregistrement est délivré à une personne morale. Par ailleurs, deux lettres circulaires à l'attention des professionnels ont été diffusées, l'une relative à la radioprotection dans les blocs opératoires et la prise en charge des patients, la seconde relative à la gestion des déchets et des effluents lors de l'utilisation du lutétium-177 et mettant à jour les conditions d'autorisation pour les services de médecine nucléaire.

L'ASN poursuivra en 2021 ses inspections, prioritairement dans les secteurs de la radiothérapie, de la médecine nucléaire à visée thérapeutique et des pratiques interventionnelles radioguidées, en tirant le retour d'expérience des nouvelles modalités d'inspection déployées dans le contexte de la crise sanitaire.

Elle continuera par ailleurs à contribuer aux travaux réglementaires menés par le ministère chargé de la santé portant sur les missions des physiciens médicaux, l'organisation de la physique médicale, la réforme des autorisations d'activités de soins ainsi qu'au déploiement des audits cliniques.

Enfin, la mise en place de nouveaux équipements, de nouvelles pratiques et de nouveaux médicaments radiopharmaceutiques demeure une priorité de l'ASN. Les travaux permettant de mieux anticiper et maîtriser les changements organisationnels et techniques en radiothérapie, menés avec l'IRSN, en collaboration avec des centres de radiothérapie volontaires, les fédérations hospitalières et les institutions sanitaires, seront poursuivis. L'ASN examinera, en outre, les suites à donner aux premiers travaux du comité d'analyse des nouvelles pratiques ou techniques utilisant des rayonnements ionisants ([Canpri](#)), mis en place en 2019, portant sur un dispositif associant une technologie d'autoblindage à un accélérateur linéaire.

CHAPITRE

08

LES SOURCES DE
RAYONNEMENTS IONISANTS
ET LES UTILISATIONS
INDUSTRIELLES, VÉTÉRINAIRES
ET EN RECHERCHE
DE CES SOURCES



1 Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources de rayonnements ionisants P. 240

- 1.1 **Les utilisations des sources radioactives scellées**
 - 1.1.1 Le contrôle de paramètres physiques
 - 1.1.2 L'activation neutronique
 - 1.1.3 Les autres applications courantes
- 1.2 **Les utilisations des sources radioactives non scellées**
- 1.3 **Les utilisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants**
 - 1.3.1 Les principales applications industrielles
 - 1.3.2 Le radiodiagnostic vétérinaire
 - 1.3.3 Les autres utilisations d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

2 L'encadrement législatif et réglementaire des activités industrielles, de recherche et vétérinaires P. 246

- 2.1 **Les autorités réglementant les sources de rayonnements ionisants**
- 2.2 **Les activités non justifiées ou interdites**
 - 2.2.1 L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction
 - 2.2.2 L'application du principe de justification pour les activités existantes
- 2.3 **Les évolutions réglementaires**
 - 2.3.1 Le renforcement de la réglementation des appareils électriques générateurs de rayonnements ionisants
 - 2.3.2 La mise en place d'un contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance
- 2.4 **Les autorisations et déclarations des sources de rayonnements ionisants utilisées à des fins industrielles, de recherche ou vétérinaires**
 - 2.4.1 La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales
 - 2.4.2 Les régimes d'autorisation et de déclaration applicables
 - 2.4.3 Le futur régime d'enregistrement (autorisation simplifiée)
 - 2.4.4 Les statistiques de l'année 2020

3 L'appréciation sur l'état de la radioprotection dans les utilisations à enjeux des domaines industriel, de recherche et vétérinaire P. 254

- 3.1 **La radiographie industrielle**
 - 3.1.1 Les équipements utilisés
 - 3.1.2 L'évaluation de la radioprotection dans les activités de radiographie industrielle
- 3.2 **Les irradiateurs industriels**
 - 3.2.1 Les équipements utilisés
 - 3.2.2 L'état de la radioprotection
- 3.3 **Les accélérateurs de particules**
 - 3.3.1 Les équipements utilisés
 - 3.3.2 L'état de la radioprotection
- 3.4 **Les activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées**
 - 3.4.1 Les équipements utilisés
 - 3.4.2 L'état de la radioprotection

4 Les fabricants et distributeurs de sources radioactives et leur contrôle par l'ASN P. 263

- 4.1 **Les enjeux**
- 4.2 **Les cyclotrons**
- 4.3 **Les autres fournisseurs de sources**

5 Conclusion et perspectives P. 266

Les sources de rayonnements ionisants et les utilisations industrielles, vétérinaires et en recherche de ces sources

Le secteur industriel et la recherche utilisent depuis longtemps des sources de rayonnements ionisants dans une grande variété d'applications et de lieux d'utilisation. L'enjeu de la [réglementation](#) relative à la [radioprotection](#) est de contrôler que la protection des travailleurs, du public et de l'environnement est correctement assurée. Cette protection passe notamment par la maîtrise de la [gestion des sources](#), souvent mobiles et utilisées sur les chantiers, et par le suivi de leurs conditions de détention, d'utilisation et d'élimination, depuis leur fabrication jusqu'à leur fin de vie. Elle passe également par la responsabilisation et le contrôle d'acteurs centraux : les fabricants et les fournisseurs des sources.

Les rayonnements utilisés proviennent soit de radionucléides – essentiellement artificiels – en sources scellées ou non, soit d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants. Les applications présentées dans ce chapitre concernent la fabrication et la distribution de toutes les sources, les [utilisations industrielles](#), de [recherche](#)

et [vétérinaires](#) (les activités médicales sont présentées dans le chapitre 7) et les activités ne relevant pas du régime des installations nucléaires de base (celles-ci sont présentées dans les chapitres 10, 11 et 12).

La mise à jour en cours du cadre réglementaire des activités nucléaires, inscrit dans le [code de la santé publique](#), conduit à un renforcement du principe de justification, la prise en compte des radionucléides naturels, la mise en œuvre d'une approche plus graduée au niveau des régimes administratifs et la mise en place de mesures de protection des sources contre les actes de malveillance. Dès janvier 2019, le contrôle des activités industrielles, de recherche et vétérinaires a été modifié de manière substantielle, par l'extension du régime déclaratif à certaines activités nucléaires mettant en œuvre des sources radioactives. En 2019 et 2020, le travail d'adaptation des régimes administratifs s'est poursuivi par l'élaboration des textes permettant l'entrée en vigueur d'un nouveau régime d'autorisation simplifiée, appelé «enregistrement», à compter du 1^{er} juillet 2021.

1. Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources de rayonnements ionisants

1.1 Les utilisations des sources radioactives scellées

Les sources radioactives scellées sont définies comme les sources dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de substances radioactives dans le milieu ambiant. Leurs principales utilisations sont présentées ci-après.

1.1.1 Le contrôle de paramètres physiques

Le principe de fonctionnement des appareils de contrôle de paramètres physiques est l'atténuation du signal émis : la différence entre le signal émis et le signal reçu permet d'évaluer l'information recherchée.

Les radioéléments les plus couramment employés sont le carbone-14, le cobalt-60, le krypton-85, le césium-137, le prométhéum-147 et l'américium-241. Les activités des sources sont comprises entre quelques kilobecquerels et quelques gigabecquerels.

Les sources sont utilisées à des fins de :

- mesure d'empoussièrement de l'atmosphère : l'air est filtré en permanence sur un ruban défilant à vitesse contrôlée, interposé entre la source et le détecteur. L'intensité du rayonnement reçu par le détecteur est fonction du taux d'empoussièrement du filtre, ce qui permet de déterminer ce taux. Les sources utilisées le plus fréquemment sont des sources

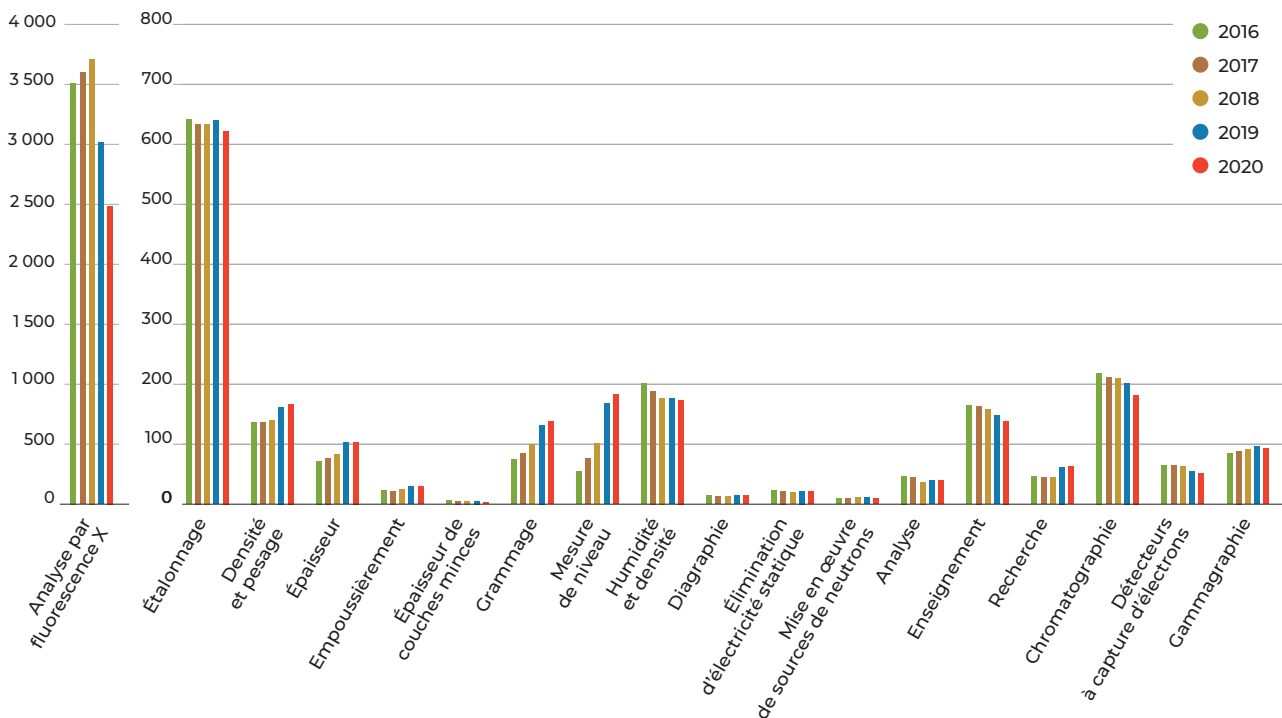
de carbone-14 (d'une activité de 3,5 mégabecquerels – MBq) ou de prométhéum-147 (d'une activité 9 MBq). Ces mesures sont réalisées pour assurer une surveillance de la qualité de l'air, par le contrôle de la teneur en poussières des rejets d'usines ;

- mesure de grammage de papier : un faisceau de rayonnement bêta traverse le papier et est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal sur ce détecteur permet de connaître la densité du papier, et donc son grammage. Les sources utilisées sont, en général, constituées de krypton-85, ou de prométhéum-147, avec des activités ne dépassant pas 3 gigabecquerels (GBq) ;
- mesure de niveau de liquide : un faisceau de rayonnement gamma traverse le conteneur dans lequel se trouve un liquide. Il est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal mesurée sur ce détecteur permet de connaître le niveau de remplissage du conteneur et de déclencher automatiquement certaines opérations (arrêt/poursuite du remplissage, alarme, etc.). Les radionucléides utilisés dépendent des caractéristiques du contenant et du contenu. On utilise en général, selon le cas, des sources d'américium-241 (d'une activité 1,7 GBq) ou de césium-137 – baryum-137m (d'une activité de 37 mégabecquerels – MBq) ;
- mesure de densité et de pesage : le principe est le même que pour les deux précédentes mesures. Les sources utilisées sont, en général, en américium-241 (d'une activité de 2 GBq), en césium-137 – baryum-137m (d'une activité de 100 MBq) ou en cobalt-60 (d'une activité de 30 GBq) ;

GRAPHIQUE 1A

Utilisation des sources radioactives scellées

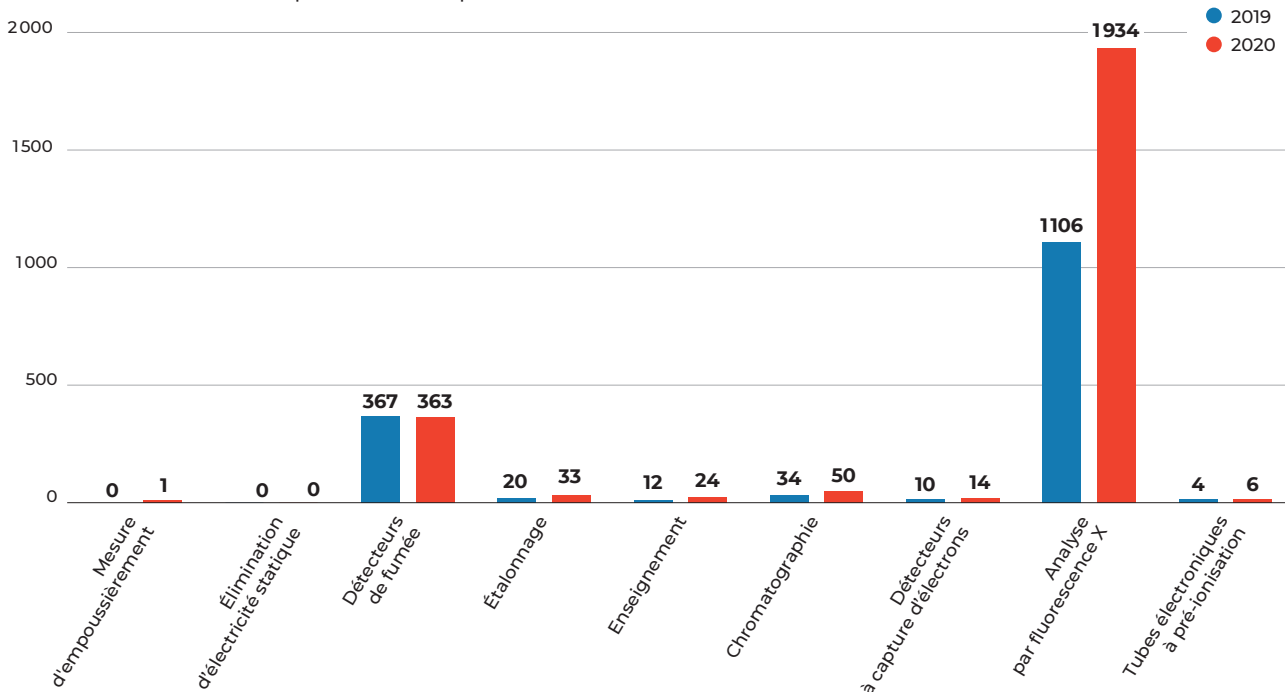
Nombre d'établissements autorisés



GRAPHIQUE 1B

Répartition des déclarations par finalité d'utilisation en 2019 et 2020

Nombre d'établissements disposant d'un récépissé de déclaration



- mesure de densité et d'humidité des sols (gammadensimétrie), en particulier dans l'agriculture et les travaux publics. Ces appareils fonctionnent avec une source de césium-137 et un couple de sources d'américium-béryllium ;
- diagraphie permettant d'étudier les propriétés géologiques des sous-sols par introduction d'une sonde de mesure comportant

une source de cobalt-60, de césium-137, d'américium-241 ou de californium-252. Certaines sources utilisées sont des sources scellées de haute activité.



1.1.2 L'activation neutronique

L'activation neutronique consiste à irradier un échantillon par un flux de neutrons pour en activer les atomes. Le nombre et l'énergie des photons gamma émis par l'échantillon en réponse aux neutrons reçus sont analysés. Les informations recueillies permettent de déduire la concentration des atomes dans la matière analysée.

Cette technologie est utilisée en archéologie pour caractériser des objets anciens, en géochimie pour la prospection minière et dans l'industrie (étude de la composition des semi-conducteurs, analyse des crus cimentiers).

Compte tenu de l'activation de la matière analysée, elle nécessite une vigilance particulière sur la nature des objets analysés. En effet, les [articles R. 1333-2 et R. 1333-3 du code de la santé publique](#) interdisent l'utilisation, pour la fabrication des biens de consommation et des produits de construction, des matériaux et des déchets provenant d'une activité nucléaire, lorsque ceux-ci sont contaminés ou susceptibles de l'être par des radionucléides, y compris par activation. Des dérogations sont cependant susceptibles d'être acceptées dans un nombre de cas très limité (voir point 2.2.1).

1.1.3 Les autres applications courantes

Des sources radioactives scellées peuvent être également mises en œuvre pour :

- l'irradiation industrielle, notamment utilisée en stérilisation (voir point 3.2.1) ;
- la gammagraphie, qui est une technique de contrôle non destructif (voir point 3.3.1) ;
- l'élimination de l'électricité statique ;
- l'étalonnage d'appareils de mesure de la radioactivité (métrologie des rayonnements) ;
- l'enseignement, lors de travaux pratiques sur les phénomènes de radioactivité ;
- la détection par capture d'électrons. Cette technique met en œuvre des sources de nickel-63 dans des chromatographes en phase gazeuse et permet la détection et le dosage de différents éléments chimiques ;
- la spectrométrie de mobilité ionique utilisée dans des appareils, souvent portatifs, permettant la détection d'explosifs, de drogues ou de produits toxiques ;

- la détection par fluorescence X. Cette technique trouve son utilisation en particulier dans la détection du plomb dans les peintures. Les appareils portatifs aujourd'hui utilisés contiennent des sources de cadmium-109 (d'une période de 464 jours) ou de cobalt-57 (d'une période de 270 jours). L'activité de ces sources peut aller de 400 MBq à 1 500 MBq. Cette technique, qui utilise un nombre important de sources radioactives sur le territoire national (près de 4 000 sources), découle d'un dispositif législatif de prévention du saturnisme infantile, qui impose un contrôle de la concentration en plomb dans les peintures dans les immeubles à usage d'habitation construits avant le 1^{er} janvier 1949, lors de toute vente, de tout nouveau contrat de location ou des travaux affectant substantiellement les revêtements dans des parties communes.

Les graphiques 1a et 1b précisent respectivement le nombre d'établissements autorisés ou déclarés mettant en œuvre des sources radioactives scellées dans les applications recensées. Ils illustrent la diversité de ces applications et leur évolution au cours des cinq dernières années.

Il convient de noter :

- qu'un même établissement peut exercer plusieurs de ces activités et, dans ce cas, il apparaît pour chacune de ses activités dans le graphique 1 et dans les diagrammes suivants ;
- que la répartition pour une même finalité d'utilisation entre les régimes d'autorisation et de déclaration (sources scellées et appareils électriques émettant des rayonnements ionisants) n'est à ce stade pas stabilisée, car les changements d'actes administratifs concernant les activités nucléaires nouvellement soumises à déclaration depuis le 1^{er} janvier 2019 vont s'étaler jusqu'au 31 décembre 2023 (voir point 2.4.2).

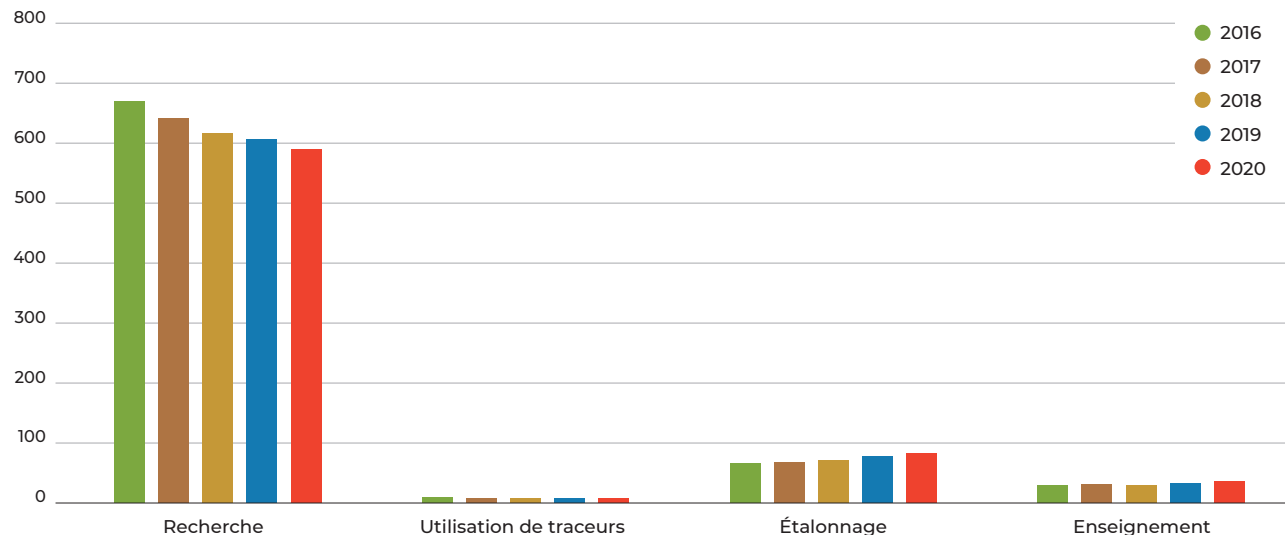
1.2 Les utilisations des sources radioactives non scellées

Les principaux radionucléides utilisés sous forme de sources non scellées dans les applications non médicales sont le phosphore-32 ou 33, le carbone-14, le soufre-35, le chrome-51, l'iode-125 et le tritium. Ils sont notamment employés dans le secteur de la recherche et les établissements pharmaceutiques. Ils sont un outil puissant d'investigation en biologie cellulaire et moléculaire. L'utilisation de traceurs radioactifs incorporés à des molécules est très courante en recherche biologique.

GRAPHIQUE 2

Utilisation des sources radioactives non scellées

Nombre d'établissements autorisés



Quelques utilisations sont relevées dans le milieu industriel, comme traceurs ou à des fins d'étalonnage ou d'enseignement. Les sources non scellées servent de traceurs pour des mesures d'usure, de recherche de fuites, de frottements, de construction de modèles hydrodynamiques, ainsi qu'en hydrologie.

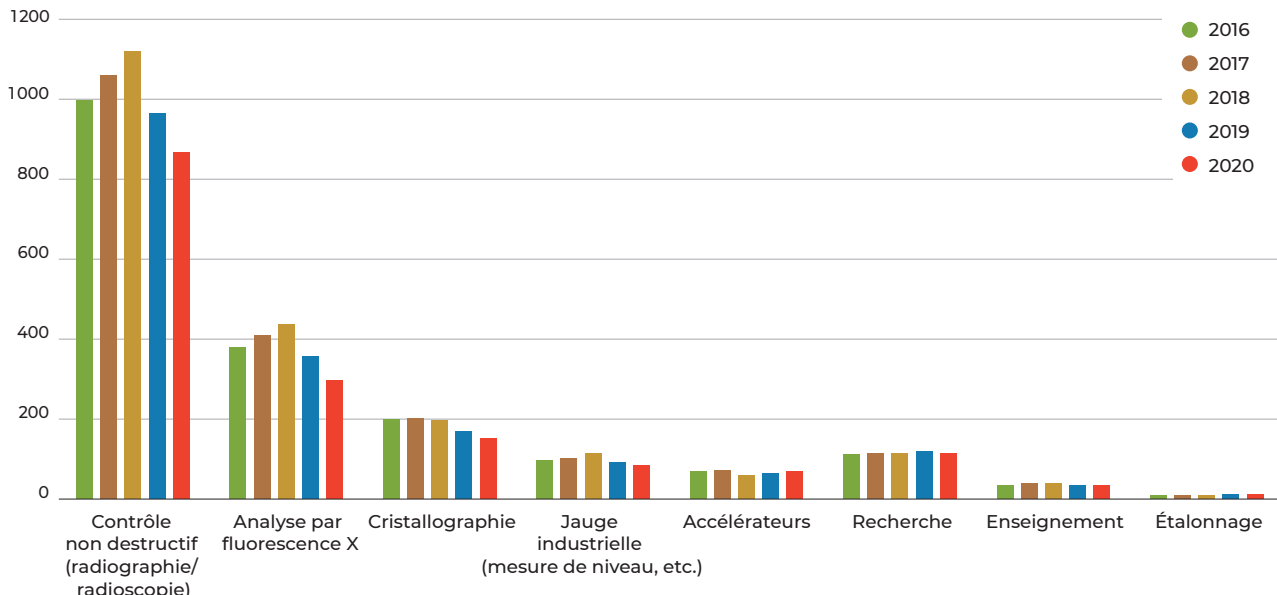
Le nombre d'établissements autorisés à utiliser des sources non scellées au 31 décembre 2020 était de 715.

Le graphique 2 précise le nombre d'établissements autorisés à mettre en œuvre des sources radioactives non scellées dans les applications recensées ces cinq dernières années.

GRAPHIQUE 3A

Utilisation d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants (hors secteur vétérinaire)

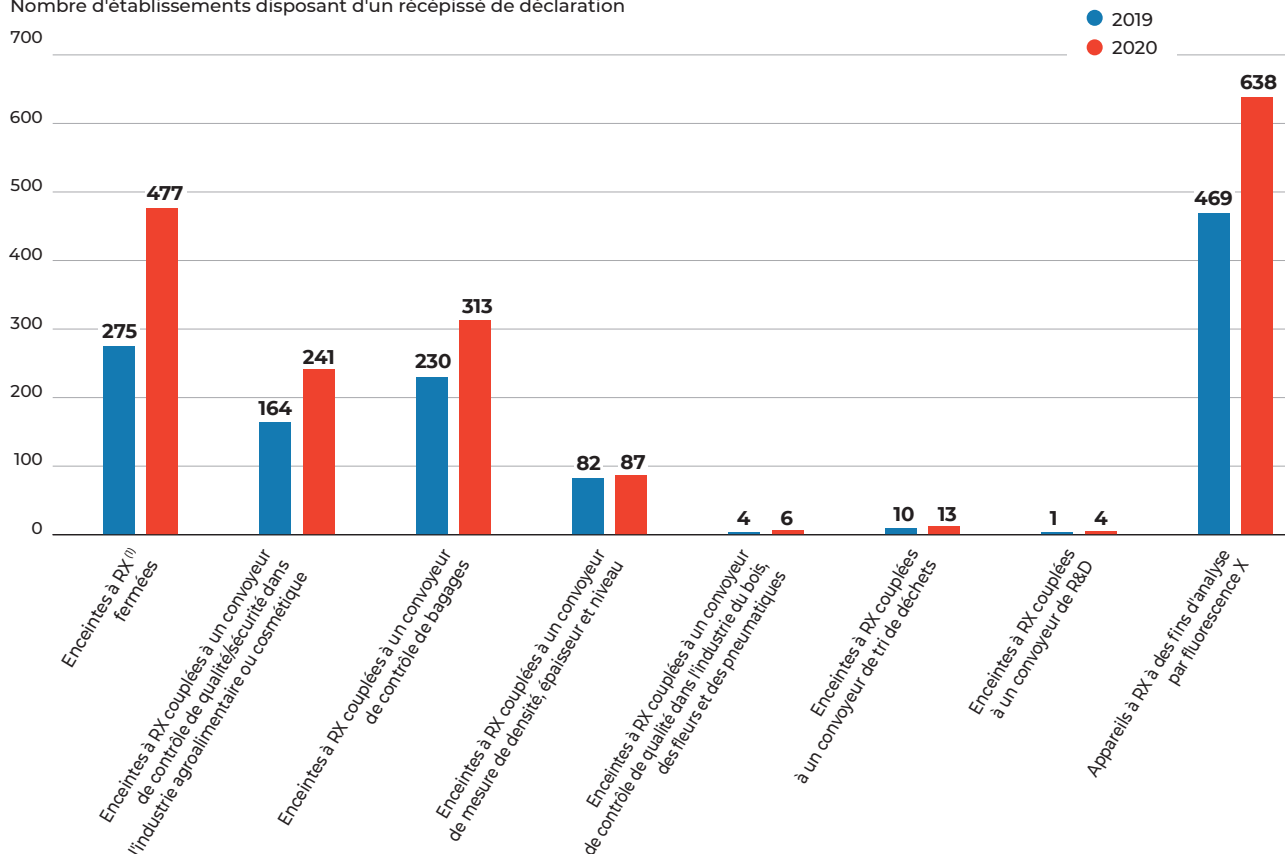
Nombre d'établissements autorisés



GRAPHIQUE 3B

Répartition des déclarations de générateurs de rayonnements ionisants par finalité d'utilisation en 2019 et 2020

Nombre d'établissements disposant d'un récépissé de déclaration



1. RX = rayons X.

1.3 Les utilisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

1.3.1 Les principales applications industrielles

Dans l'industrie, les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont utilisés principalement dans le domaine du contrôle non destructif, où ils se substituent à des dispositifs qui contiennent des sources radioactives.

Les graphiques 3a et 3b précisent respectivement le nombre d'établissements autorisés ou déclarés mettant en œuvre des appareils électriques générant des rayonnements ionisants dans les applications recensées. Ils illustrent la diversité de ces applications et leur évolution durant les cinq dernières années. Cette évolution est étroitement liée aux modifications réglementaires, qui ont progressivement mis en place un nouveau régime d'autorisation ou de déclaration pour l'utilisation de ces appareils. À ce jour, la régularisation de la situation des professionnels concernés est très largement engagée dans de nombreux secteurs d'activité.

Les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont principalement des générateurs de rayons X. Ils sont utilisés dans l'industrie, pour des analyses structurales non destructives (techniques d'analyse comme la tomographie, la diffractométrie appelée aussi radio-cristallographie, etc.), les vérifications de la qualité des cordons de soudure ou le contrôle de la fatigue des matériaux (notamment en aéronautique).

Ces appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont également utilisés comme jauges industrielles (mesure de remplissage de fûts, mesure d'épaisseur, etc.), pour le contrôle de conteneurs de marchandises ou de bagages, et également pour la détection de corps étrangers dans les produits alimentaires.

L'augmentation des types d'appareils disponibles sur le marché s'explique notamment par le fait qu'ils se substituent, lorsque c'est possible, aux appareils contenant des sources radioactives. Les avantages procurés par cette technologie en matière de radioprotection sont notamment liés à l'absence totale de rayonnements ionisants lorsque le matériel n'est pas utilisé. Leur utilisation, en revanche, conduit à des niveaux d'exposition des travailleurs qui sont tout à fait comparables à ceux dus à l'utilisation d'appareils à source radioactive.

Le contrôle de bagages

Que ce soit pour une vérification systématique des bagages ou pour déterminer le contenu de colis suspects, les rayonnements ionisants sont utilisés en permanence lors des contrôles de sécurité. Les plus petits et les plus répandus de ces appareils sont installés aux postes d'inspection et de filtrage des aéroports, dans les musées, à l'entrée de certains bâtiments, etc.

Les appareils dont la section du tunnel est plus importante sont utilisés pour le contrôle des bagages de grande taille et le contrôle de bagages en soute dans les aéroports, mais également lors des contrôles du fret aérien. Cette gamme d'appareils est complétée par des tomographes, qui permettent d'obtenir une série d'images en coupe de l'objet examiné.

La limitation de la zone d'irradiation à l'intérieur de ces appareils est matérialisée parfois par des portes mais le plus souvent seulement par un ou plusieurs rideaux plombés.

Les scanners corporels à rayons X

Cette application est présentée à titre indicatif, puisque l'utilisation de scanners à rayons X sur les personnes pour des contrôles de sécurité est interdite en France (en application de l'[article L. 1333-18 du code de la santé publique](#)). Certaines expérimentations ont été menées en France avec des technologies d'imagerie non ionisantes (ondes millimétriques).

Le contrôle de produits de consommation

Depuis quelques années, l'utilisation d'appareils permettant la détection de corps étrangers dans certains produits de consommation se développe, comme la recherche d'éléments indésirables dans les produits alimentaires ou les produits cosmétiques.

L'analyse par diffraction X

Les laboratoires de recherche s'équipent de plus en plus souvent de ce type de petits appareils, qui sont autoprotégés. Des dispositifs expérimentaux utilisés en vue d'analyse par diffraction X peuvent cependant être composés de pièces provenant de divers fournisseurs (goniomètre, porte échantillon, tube, détecteur, générateur haute tension, pupitre, etc.) et assemblées par l'expérimentateur lui-même.

L'analyse par fluorescence X

Les appareils portables à fluorescence X sont destinés à l'analyse de métaux et d'alliages.

La mesure de paramètres

Les appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont utilisés comme jauges industrielles pour réaliser des mesures de niveau de bouteilles, de fûts, des détections de fuites, des mesures d'épaisseur, des mesures de densité, etc.

Le traitement par irradiation

Plus généralement utilisés pour réaliser des irradiations, les appareils autoprotégés existent en plusieurs modèles, qui peuvent parfois différer uniquement par la taille de l'enceinte autoprotégée, les caractéristiques du générateur de rayons X restant les mêmes.

La radiographie à des fins de vérification de la qualité des cordons de soudure ou du contrôle de la fatigue des matériaux est détaillée au point 3.1.1.

1.3.2 Le radiodiagnostic vétérinaire

En 2020, la profession comptait 18 874 praticiens vétérinaires, environ 13 300 employés non vétérinaires (comptabilisés en équivalents temps plein) et 6 653 établissements. Les vétérinaires utilisent des appareils de radiodiagnostic dans un cadre similaire à celui des appareils utilisés en médecine humaine. Les activités de radiodiagnostic vétérinaire portent essentiellement sur les animaux de compagnie :

- environ 5 250 structures vétérinaires françaises seraient équipées d'au moins un appareil ;
- une soixantaine de scanners sont utilisés pour des applications vétérinaires ;
- d'autres pratiques issues du milieu médical sont également mises en œuvre dans des centres spécialisés : la scintigraphie, la curiethérapie ainsi que la radiothérapie externe ou encore la radiologie interventionnelle.

Les soins pratiqués sur les animaux de grande taille (majoritairement les chevaux) requièrent l'utilisation d'appareils plus puissants dans des locaux spécialement aménagés (radiographie du bassin, par exemple) et l'utilisation de générateurs de rayons X portables utilisés dans des locaux, dédiés ou non, ainsi qu'à l'extérieur.

Afin d'établir une meilleure adaptation du niveau des exigences réglementaires, l'ASN a introduit un [régime de déclaration](#) en 2009 pour les activités dites « canines » présentant de plus faibles enjeux de radioprotection (voir point 2.4.2). Cette simplification a conduit à la régularisation de la situation administrative d'un nombre croissant de structures vétérinaires (voir graphique 4), avec plus de 90% des établissements déclarés ou autorisés.

Pour poursuivre cette adaptation du niveau d'exigences réglementaires aux enjeux de radioprotection, l'ensemble des activités

mettant en œuvre des appareils électriques émettant des rayonnements X utilisés à des fins de radiodiagnostic vétérinaire, à l'exception des activités canines qui resteront éligibles au régime de la déclaration, relèveront du futur régime d'enregistrement (voir point 2.4.3) qui sera mis en place dans le courant de l'année 2021. Ainsi, à terme, seules quelques pratiques à forts enjeux (scintigraphie, curiethérapie, radiothérapie externe ou radiologie interventionnelle), issues du milieu médical, resteront soumises à autorisation.

Les appareils utilisés dans le secteur vétérinaire proviennent parfois du secteur médical. Cependant, la profession s'équipe de plus en plus d'appareils neufs développés spécifiquement pour ses besoins.

Depuis maintenant plusieurs années, la situation administrative des structures vétérinaires est en constante amélioration. Fin 2020, l'ASN dénombre près de 5 250 déclarations ou autorisations, soit la quasi-totalité des structures vétérinaires identifiées comme mettant en œuvre des rayonnements ionisants sur le territoire.

Parmi les activités vétérinaires, celles réalisées sur les grands animaux (majoritairement des chevaux) et à l'extérieur des établissements vétérinaires spécialisés (dites « en conditions de chantier ») sont jugées comme celles comportant le plus d'enjeux de radioprotection, notamment pour les personnes extérieures à la structure vétérinaire qui participent à ces interventions (propriétaires et lads). Les inspections de ces structures vétérinaires réalisées par l'ASN sur plusieurs années ont permis d'identifier des axes d'amélioration sur lesquels l'ASN reste vigilante lors de l'instruction des demandes d'autorisation et des inspections :

- les contrôles et vérifications internes de radioprotection ;
- la mise en place du zonage et le suivi de l'exposition des travailleurs par dosimétrie opérationnelle. Ces deux constats doivent néanmoins être nuancés au regard des évolutions réglementaires apparues dans le cadre de la parution du [décret n° 2018-437 du 4 juin 2018](#) relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants, qui a notamment modifié les conditions de mise en place et de délimitation des zones d'opération ;
- la nécessité de renforcer la radioprotection des personnes extérieures à l'établissement vétérinaire qui participent aux opérations mettant en œuvre des rayonnements ionisants à visée diagnostique.

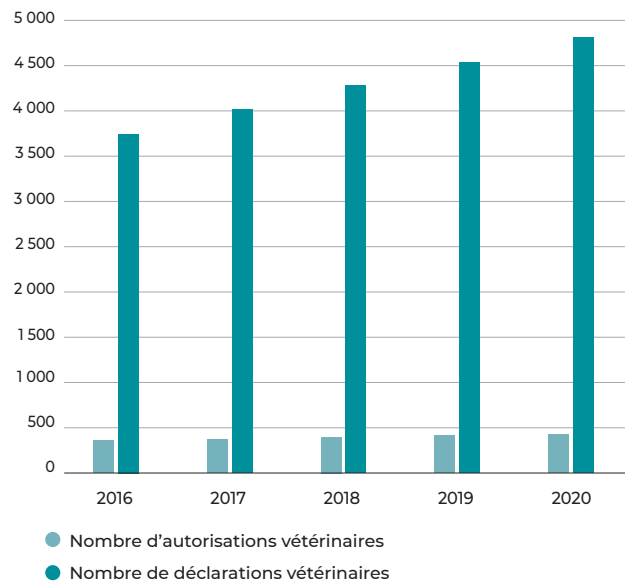
Les activités de radiologie conventionnelle réalisées sur des animaux de compagnie (activités dites « canines ») comportent de plus faibles enjeux de radioprotection mais concernent un nombre très important d'établissements. Dans le cadre de sa démarche graduée, qui consiste à adapter les modalités de contrôle aux enjeux de radioprotection, l'ASN a mené en 2015 et 2016 une campagne de contrôle expérimentale qui faisait appel à des modes de contrôle dématérialisés. La campagne a eu lieu dans sept départements (Aisne, Allier, Aube, Cantal, Haute-Loire, Pas-de-Calais et Puy-de-Dôme) et a concerné 463 établissements vétérinaires. Au cours de cette campagne, l'ASN n'a pas relevé de lacunes majeures, sauf exception, et estime que l'organisation de la radioprotection dans les structures canines est globalement satisfaisante. Cette organisation mériterait cependant d'être renforcée sur les points suivants :

- les contrôles et vérifications externes de radioprotection et le traitement formalisé des non-conformités qui peuvent être décelées à cette occasion ;
- la vérification de la conformité des locaux de radiologie ;
- la fréquence d'intervention de certaines personnes compétentes en radioprotection (PCR) externes.

Par ailleurs, lors de ses différentes actions de contrôle, l'ASN a pu constater le résultat des efforts menés par les instances vétérinaires depuis plusieurs années pour se conformer à la

GRAPHIQUE 4

Utilisation d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants pour les activités vétérinaires



réglementation et ont relevé de bonnes pratiques de terrain dans les structures vétérinaires inspectées, notamment :

- la présence de PCR internes dans la plupart des structures ;
- le suivi de l'exposition des travailleurs par dosimétrie à lecture différée ;
- l'utilisation quasi systématique d'équipements de protection individuelle ;
- une démarche d'optimisation, dans presque toutes les structures mettant en œuvre des rayonnements ionisants à des fins diagnostiques sur les grands animaux, des opérations associées.

Des actions locales de contrôle *in situ* restent menées de manière régulière par les [divisions territoriales de l'ASN](#), comme par exemple la division de Strasbourg, qui avait réalisé en 2019 une dizaine d'inspections d'établissements vétérinaires mettant en œuvre des rayonnements ionisants.

La forte implication de la profession à l'échelle nationale pour harmoniser les pratiques, sensibiliser et former des élèves vétérinaires, élaborer des documents cadres et des guides est un élément jugé très positif par l'ASN, qui participe régulièrement à des rencontres avec les instances nationales de la profession (et plus particulièrement la Commission de radioprotection vétérinaire) en collaboration avec la direction générale du travail (DGT).

1.3.3 Les autres utilisations d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

Cette catégorie d'appareils couvre l'ensemble des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants autres que ceux précités et qui ne sont pas concernés par les critères d'exemption d'autorisation et de déclaration fixés à l'[article R. 1333-106 du code de la santé publique](#).

Cette catégorie comprend notamment les appareils générant des rayonnements ionisants mais qui ne sont pas utilisés pour cette propriété : les implantateurs d'ions, les appareils à souder à faisceau d'électrons, les klystrons, certains lasers, certains dispositifs électriques comme des tests de fusible haute tension.

Enfin, certaines applications utilisent des accélérateurs de particules (voir point 3.3.1).

2. L'encadrement législatif et réglementaire des activités industrielles, de recherche et vétérinaires

2.1 Les autorités réglementant les sources de rayonnements ionisants

L'ASN est l'autorité qui accorde les autorisations, délivrera les décisions d'enregistrement et reçoit les déclarations, suivant le régime applicable à l'activité nucléaire concernée.

Toutefois, afin de simplifier les démarches administratives des exploitants d'installations déjà autorisées dans le cadre d'un autre régime, le code de la santé publique prévoit des dispositions spécifiques. Cela concerne notamment :

- les sources radioactives détenues, fabriquées ou utilisées dans les installations autorisées au titre du code minier (son [article L. 162-1](#)) ou, pour les sources radioactives non scellées, détenues, fabriquées ou utilisées dans les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) relevant des [articles L. 511-1 à L. 517-2 du code de l'environnement](#), celles qui bénéficient d'un régime d'autorisation. Le préfet est chargé de prévoir, dans les autorisations qu'il délivre, des prescriptions relatives à la radioprotection des activités nucléaires exercées sur le site ;
- les installations et activités intéressant la défense nationale, pour lesquelles l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) est en charge de la réglementation des aspects relatifs à la radioprotection ;
- les installations autorisées au titre du [régime juridique des installations nucléaires de base \(INB\)](#). L'ASN réglemente les sources radioactives et appareils électriques émettant des rayonnements ionisants nécessaires au fonctionnement de ces installations dans le cadre de ce régime. La détention et l'utilisation des autres sources détenues dans le périmètre de l'INB restent soumises à autorisation, au titre de l'[article R. 1333-118 du code de la santé publique](#).

Ces dispositions ne dispensent pas le bénéficiaire du respect des prescriptions du code de la santé publique, et en particulier de celles relatives à l'acquisition et à la cession des sources ; elles ne s'appliquent pas aux activités de distribution, importation et exportation de sources radioactives, qui restent soumises à une autorisation de l'ASN au titre du code de la santé publique.

Depuis la publication du [décret n° 2014-996 du 2 septembre 2014](#) modifiant la nomenclature des ICPE, certains établissements précédemment autorisés, par arrêté préfectoral, au titre du code de l'environnement pour la détention et l'utilisation de sources radioactives scellées se trouvent désormais réglementés par l'ASN, au titre du code de la santé publique. Les prescriptions applicables pour ces installations sont donc désormais celles du code de la santé publique. La disposition de l'article 4 du décret précité qui prévoyait que l'autorisation ou la déclaration délivrée au titre de l'ancienne rubrique 1715 continuait à valoir autorisation ou déclaration au titre du code de la santé publique, sous réserve qu'aucune modification ne soit apportée à l'activité nucléaire, pour une durée maximale de 5 ans, soit, au plus tard, jusqu'au 4 septembre 2019, est maintenant caduque. Ces établissements doivent donc disposer d'une autorisation ou d'un récépissé de déclaration délivrés au titre du code de la santé publique.

Seuls les établissements détenant des substances radioactives sous forme non scellée en quantité supérieure à 1 tonne (t) ou gérant des [déchets radioactifs](#) en quantité supérieure à 10 mètres cubes (m³) pour l'une ou l'autre de ces activités sont soumis au régime des installations classées (hors secteur médical et accélérateurs de particules). Les éventuelles sources radioactives sous forme scellée également détenues ou utilisées par ces établissements sont réglementées par l'ASN au titre du code de la santé publique.

Les matières nucléaires font l'objet d'une réglementation spécifique prévue aux [articles L. 1333-1 et suivants du code de la défense](#). L'application de cette réglementation est contrôlée par le ministre de la Défense pour les matières nucléaires destinées aux besoins de la défense et par le ministre chargé de l'énergie pour les matières destinées à tout autre usage.

2.2 Les activités non justifiées ou interdites

2.2.1 L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction

Le code de la santé publique indique notamment « *qu'est interdit tout ajout de radionucléides [...] dans les biens de consommation et les produits de construction* » (article R. 1333-2). Ainsi, le commerce d'accessoires contenant des sources de tritium tels que les montres, porte-clés, équipements de chasse (dispositifs de visée) ou de navigation (compas de relèvement) ou des équipements pour la pêche en rivière (détecteurs de touches) est notamment proscrit. L'article R. 1333-4 du même code prévoit que des dérogations à ces interdictions peuvent, si elles sont justifiées par les avantages qu'elles procurent, être accordées par arrêté du ministre chargé de la santé et, selon le cas, du ministre chargé de la consommation ou du ministre chargé de la construction, après avis de l'ASN et du Haut Conseil de la santé publique (HCSP). L'ASN estime que ce dispositif de dérogation réglementaire doit rester très limité.

Il a été mis en œuvre pour la première fois en 2011 dans le cadre d'une demande de dérogation pour l'utilisation d'un appareil d'analyse neutronique dans plusieurs cimenteries du groupe Lafarge-Holcim ([arrêté du 18 novembre 2011](#) des ministres chargés de la santé et de la construction, [avis n° 2011-AV-0105 de l'ASN du 11 janvier 2011](#) et [avis n° 2011-AV-0124 de l'ASN du 7 juillet 2011](#)). En 2017, cette dérogation a été renouvelée pour 10 ans pour deux cimenteries, la troisième cimenterie visée par l'arrêté initial de 2011 ayant fermé ([arrêté du 19 avril 2017](#) des ministres chargés respectivement de la santé et de la construction, [avis n° 2017-AV-0292 de l'ASN du 7 mars 2017](#)). En 2019, une nouvelle dérogation a été accordée pour une troisième cimenterie (arrêté des ministres chargés de la santé et de la transition écologique du 4 décembre 2019, [avis n° 2019-AV-0333 de l'ASN du 1^{er} août 2019](#)). En 2020, l'avis de l'ASN a été sollicité sur un projet concernant une dérogation pour l'utilisation d'un appareil d'analyse neutronique pour une cimenterie du groupe CALCIA ; l'instruction est en cours.

Il a également été appliqué en 2014 dans le cas des ampoules contenant de très petites quantités de substances radioactives (krypton-85 ou thorium-232) et utilisées principalement pour des applications nécessitant de très hautes intensités lumineuses, comme l'éclairage des lieux publics ou des environnements professionnels, ou encore pour certains véhicules ([arrêté du 12 décembre 2014](#) des ministres chargés de la santé et de la construction, [avis n° 2014-AV-0211 de l'ASN du 18 septembre 2014](#)). La dérogation a été renouvelée en 2019 (arrêté du 25 mai 2020 des ministres chargés respectivement de la transition écologique et solidaire, des solidarités et de la santé et de l'économie et des finances, [avis n° 2019-AV-0340 de l'ASN du 26 septembre 2019](#)).

En 2019, une dérogation pour l'utilisation d'appareils d'analyse neutronique a par ailleurs été accordée, pour le Tunnel Euralpin Lyon Turin (arrêté des ministres chargés respectivement de la santé et de la transition écologique du 19 août 2019, [avis n° 2019-AV-0326 de l'ASN du 21 mai 2019](#)).

A contrario, un refus de dérogation a également été prononcé pour l'addition de radionucléides (tritium) dans certaines montres ([arrêté du 12 décembre 2014](#), [avis n° 2014-AV-0210 de l'ASN du 18 septembre 2014](#)).

La liste des biens de consommation et des produits de construction concernés par une demande de dérogation en cours ou pour lesquels une dérogation est accordée est publiée sur le site internet du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)).

2.2.2 L'application du principe de justification pour les activités existantes

La justification des activités existantes doit être périodiquement réévaluée en fonction des connaissances et de l'évolution des techniques, en application du principe décrit au point 2.4.1. Lorsque les activités ne sont plus justifiées au regard du bénéfice apporté ou au regard d'autres technologies non ionisantes apportant un bénéfice comparable, elles doivent être retirées du marché. Suivant le contexte technique et économique, notamment lorsqu'une substitution de technologie est nécessaire, une période transitoire pour le retrait définitif du marché peut s'avérer nécessaire.

Les détecteurs de fumée contenant des sources radioactives

Des appareils contenant des sources radioactives sont utilisés depuis plusieurs décennies pour détecter la fumée dans les bâtiments, dans le cadre de la politique de lutte contre les incendies. Plusieurs types de radionucléides ont été employés (américium-241, plutonium-238 et radium-226). L'activité des sources utilisées ne dépasse pas 37 kBq pour les plus récentes d'entre elles et la structure de l'appareil empêche, en utilisation normale, toute propagation de substances radioactives dans l'environnement.

De nouvelles technologies non ionisantes se sont progressivement développées pour ce type de détection. Des appareils optiques fournissent désormais une qualité de détection comparable, qui permet de répondre aux exigences réglementaires et normatives de détection d'incendie. L'ASN considère donc que les appareils de détection de fumée utilisant des sources radioactives ne sont plus justifiés et que les sept millions de détecteurs ioniques de fumée répartis sur 300 000 sites (chiffres estimés au début des années 2000, époque à laquelle les pouvoirs publics ont engagé les réflexions visant au retrait) doivent être progressivement remplacés.

Le dispositif réglementaire encadrant ce retrait a été mis en place par l'[arrêté du 18 novembre 2011](#) et les deux décisions de l'ASN [n° 2011-DC-0252](#) et [n° 2011-DC-0253](#) du 21 décembre 2011.

Ce dispositif réglementaire visait à :

- planifier sur 10 ans les opérations de retrait ;
- encadrer les opérations de maintenance ou de retrait, qui nécessitent le respect de certaines précautions en matière de radioprotection des travailleurs ;
- prévenir tout démontage incontrôlé et organiser les opérations de reprise afin d'éviter le choix d'une mauvaise filière d'élimination, voire l'abandon des détecteurs ;
- effectuer un suivi du parc de détecteurs.

Neuf ans après la mise en œuvre du dispositif réglementaire pour les activités de dépose et de maintenance des détecteurs de fumée ioniques, l'ASN a délivré, au 31 décembre 2020, 363 récépissés de déclaration et 11 autorisations nationales (délivrées à des groupes industriels disposant au total de 127 agences) pour les activités de dépose des détecteurs de fumée à chambre d'ionisation. Parmi ces 11 autorisations, huit permettent les opérations de maintenance des systèmes de sécurité incendie et cinq les

opérations de démantèlement de détecteurs de fumée à chambre d'ionisation, concrétisant ainsi une filière d'élimination pour tous les détecteurs existants.

Afin de disposer d'un suivi du parc des détecteurs ioniques, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)) a mis en place, en 2015, en collaboration avec l'ASN, un système informatique permettant aux professionnels intervenant dans ce champ d'activité (mainteneurs, installateurs ou entreprises de dépose) de télétransmettre des rapports annuels d'activité. Les informations transmises restent toutefois insuffisamment exhaustives pour permettre de dresser un bilan.

Toutefois, bien que les opérations de retrait aient progressé au cours de ces dernières années, il est à noter que tous les détecteurs ioniques ne seront pas retirés à l'échéance initialement fixée par l'[arrêté du 18 novembre 2011](#), soit fin 2021. Face à ce constat, l'ASN mène une réflexion, en lien avec les professionnels, sur l'encadrement réglementaire de la détention de tels détecteurs ainsi que des opérations de dépose et de démantèlement de ces détecteurs, afin de permettre l'achèvement de la migration de l'ensemble des dispositifs de détection incendie vers la technologie optique, tout en assurant l'élimination des détecteurs ioniques retirés et des sources radioactives qu'ils contiennent dans de bonnes conditions.

L'ASN entretient des relations étroites avec l'association Qualdion, créée en 2011, qui labellise les établissements respectant la réglementation relative à la radioprotection et celle relative à la sécurité incendie. La liste des entreprises labellisées Qualdion est disponible sur [Internet](#). Elle participe avec elle à des campagnes de communication auprès des détenteurs de détecteurs ioniques et des professionnels (salon Expoprotection, salon des maires, etc.).

Les parasurtenseurs

Les parasurtenseurs (parfois appelés parafoudres), à ne pas confondre avec les paratonnerres, sont de petits objets, très faiblement radioactifs, utilisés pour protéger les lignes téléphoniques des surtensions en cas de foudre. Il s'agit de dispositifs étanches, souvent en verre ou céramique, enfermant un petit volume d'air contenant des radionucléides pour pré-ioniser l'air et ainsi faciliter l'amorçage électrique. L'utilisation de ces objets a progressivement été abandonnée depuis la fin des années 1970, mais le nombre de parasurtenseurs à déposer, collecter et éliminer, reste très important (plusieurs millions d'unités). Ces appareils ne présentent pas, lorsqu'ils sont installés, de risques d'exposition pour les personnes. Un risque très faible d'exposition ou de contamination peut exister si ces objets sont manipulés sans précaution ou s'ils sont détériorés. L'ASN l'a rappelé à l'entreprise Orange (anciennement France Télécom), qui a engagé un processus expérimental de recensement, dépose, tri, entreposage et élimination des parasurtenseurs dans la région Auvergne et a proposé un plan national de dépose et d'élimination. Ce plan a été présenté à l'ASN et a conduit à la délivrance, en septembre 2015, d'une autorisation encadrant le retrait de l'ensemble des parafoudres contenant des radionucléides présents sur le réseau d'Orange sur le territoire national et leur entreposage dans des sites identifiés. La recherche d'une filière d'élimination est en cours, en collaboration avec l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs ([Andra](#)). Ce plan de retrait est mis en œuvre de manière progressive, avec un calendrier sur 8 ans.

Les paratonnerres

Les paratonnerres radioactifs ont été fabriqués et installés en France entre 1932 et 1986. L'interdiction de la commercialisation des paratonnerres radioactifs a été prononcée en 1987. Le démontage des paratonnerres radioactifs déjà installés n'a pas été rendu obligatoire par cet arrêté. Aussi, hormis dans certaines ICPE ([arrêté du 15 janvier 2008](#) qui fixait une date limite de

retrait au 1^{er} janvier 2012) et dans certaines installations relevant du ministre de la Défense ([arrêté du 1^{er} octobre 2007](#) qui fixait une date limite de retrait au 1^{er} janvier 2014), il n'y a pas à ce jour d'obligation de dépose des paratonnerres radioactifs installés sur le territoire français.

L'ASN souhaite cependant le retrait des paratonnerres radioactifs existants et leur prise en charge par l'Andra, compte tenu des risques qu'ils peuvent présenter, notamment en fonction de leur état physique. Elle sensibilise depuis plusieurs années les professionnels aux enjeux de radioprotection des travailleurs et du public. L'ASN a renforcé cette action en rappelant leurs obligations aux professionnels concernés, notamment celle de disposer d'une autorisation de l'ASN pour l'activité de dépose et d'entreposage des paratonnerres, en application des articles L. 1333-1 et 2, L. 1333-8 et R. 1333-104 du code de la santé publique. Des actions de contrôle sur le terrain des sociétés impliquées dans la reprise de ces objets sont menées par l'ASN, et ont été renforcées par des inspections inopinées sur les chantiers de dépose.

L'Andra estime à 40 000 le nombre de paratonnerres radioactifs qui ont été installés en France. Un peu moins de 11 000 ont déjà fait l'objet d'une dépose et d'une reprise par l'Andra. Le rythme annuel de dépose est d'environ 275 par an.

2.3 Les évolutions réglementaires

2.3.1 Le renforcement de la réglementation des appareils électriques générateurs de rayonnements ionisants

L'ASN considère que les fournisseurs de générateurs électriques de rayonnements ionisants font l'objet d'un encadrement réglementaire encore insuffisant, alors que la mise sur le marché d'appareils revêt une importance première pour l'optimisation de l'exposition ultérieure des utilisateurs. Les travaux menés par l'ASN dans ce domaine, et pour l'instant orientés vers l'utilisation de ces générateurs, notamment en enceintes, ont conduit à la publication de la [décision n° 2017-DC-0591 du 13 juin 2017](#) fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les installations dans lesquelles sont utilisés des rayonnements X.

Cette décision est entrée en vigueur le 1^{er} octobre 2017. Elle remplace la décision n° 2013-DC-0349 de l'ASN du 4 juin 2013 sans créer d'exigence supplémentaire pour les installations déjà conformes. Elle concerne des installations du domaine industriel et scientifique (recherche) comme la radiographie industrielle en casemate par rayonnements X, la radiologie vétérinaire. Elle prend en compte le retour d'expérience et fixe les objectifs à atteindre en termes de radioprotection en retenant une approche graduée au regard des risques.

L'ASN estime que ces dispositions, exclusivement liées à la mise en œuvre des appareils, doivent être complétées par des dispositions relatives à leur conception même.

En effet, il n'existe pas, pour les appareils électriques utilisés à des fins non médicales, d'équivalent au marquage CE obligatoire pour les dispositifs médicaux, attestant de la conformité à plusieurs normes européennes qui couvrent divers aspects, dont la radioprotection. Par ailleurs, le retour d'expérience montre qu'un grand nombre d'appareils ne disposent pas d'un certificat de conformité aux normes applicables en France. Ces normes sont obligatoires depuis de nombreuses années, mais certaines de leurs exigences sont devenues en partie obsolètes ou inapplicables du fait de l'absence de révisions récentes.

Sur la base des travaux réalisés en collaboration avec le Laboratoire central des industries électriques (LCIE), le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) et l'IRSN,

des projets visant à définir les exigences minimales de radioprotection pour la conception des appareils électriques générant des rayonnements X ont été élaborés et une consultation technique informelle des parties prenantes (fournisseurs, fabricants français et étrangers, principaux utilisateurs) a été conduite en 2015. L'analyse des différentes contributions a été menée, avec l'appui de l'IRSN et des différents acteurs de référence (CEA et LCIE). Les conclusions de ces travaux seront prises en compte afin d'adapter le cadre réglementaire et de soumettre à autorisation la distribution des appareils électriques générateurs de rayonnements ionisants, au même titre que celle des sources radioactives. En 2020, l'ASN a poursuivi ses travaux visant à caractériser les avantages et inconvénients et la faisabilité de diverses dispositions réglementaires permettant d'encadrer la conception des appareils de radiologie industrielle. Les discussions avec la DGT sur les différentes options vont se poursuivre.

2.3.2 La mise en place d'un contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance

Si les mesures de sûreté et de radioprotection prévues par la réglementation permettent de garantir un certain niveau de protection des sources de rayonnements ionisants face au risque d'[actes malveillants](#), elles ne peuvent être considérées comme suffisantes. Un renforcement du contrôle de la protection contre les actes de malveillance utilisant des sources radioactives scellées a donc été encouragé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), qui a publié dans ce domaine un [code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives](#), approuvé en 2003, complété en 2012 par deux guides d'application, relatifs à la [sécurité des sources radioactives](#) et à celle des [transports de matières radioactives](#). Dès 2004, la France confirmait à l'AIEA qu'elle travaillait à de l'application des orientations énoncées dans ce code de conduite.

L'organisation retenue pour le contrôle de la protection contre les actes de malveillance

La maîtrise des risques en matière de radioprotection, de sûreté et de lutte contre la malveillance présente de nombreuses interfaces. En général, les homologues de l'ASN à l'étranger sont chargés de contrôler ces trois domaines (voir tableau 2 du chapitre 2).

En France, la protection contre les actes de malveillance pour les matières nucléaires mises en œuvre dans certaines installations dites « d'importance vitale », car concourant à des productions indispensables à l'exercice du fonctionnement de la nation, est pilotée par un service placé sous l'autorité du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère de la Transition écologique, chargé de l'énergie.

Les évolutions réglementaires adoptées depuis début 2016 ont conduit à une organisation du contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance qui tient compte de l'organisation préexistante, en confiant ce contrôle :

- au service du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère en charge de l'énergie dans les installations dont la sécurité relève déjà de son contrôle ;
- au ministre de la Défense dans les emprises placées sous son autorité ;
- à l'ASN pour les autres responsables d'activités nucléaires.

Le processus nécessaire à la mise en place de ce contrôle, engagé en 2008 par le Gouvernement avec le concours de l'ASN, a abouti à l'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#) puis au [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire. Ces textes, qui modifient le code de la santé publique, répartissent les compétences de contrôle dans les

Catégorisation des sources radioactives

Les sources radioactives ont été classées dès 2011 par l'AIEA, sur la base de scénarios d'exposition définis, en cinq catégories, de 1 à 5, en fonction de leur capacité à créer des effets néfastes précoces sur la santé humaine si elles ne sont pas gérées d'une manière sûre et sécurisée. Les sources de la catégorie 1 sont considérées comme extrêmement dangereuses et celles de la catégorie 5 comme très peu susceptibles d'être dangereuses. Les sources de catégorie 1 à 3 sont considérées, à des degrés divers, comme dangereuses pour les personnes.

Cette catégorisation se fonde uniquement sur la capacité des sources à créer des effets déterministes dans certains scénarios d'exposition et ne doit donc en aucun cas être considérée comme la justification d'une absence de danger pour une exposition à une source de catégorie 4 ou 5, une telle exposition pouvant être à l'origine d'effets stochastiques à plus long terme. Dans tous les cas, les principes de justification et d'optimisation doivent donc être respectés. Ces travaux de l'AIEA ont été repris en annexe au code de la santé publique modifié par le décret n° 2018-434 portant diverses dispositions en matière nucléaire. Toutefois, les catégories 4 et 5 de l'AIEA ont été regroupées dans la catégorie D de ce code.

diverses installations comme indiqué ci-dessus, et incluent la protection contre les actes de malveillance dans les enjeux dont doivent tenir compte les responsables d'activités nucléaires et les services instructeurs des demandes d'autorisation.

Les sources et installations concernées

Le contrôle de la protection des sources contre les actes de malveillance porte sur l'ensemble des sources de rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des dispositifs susceptibles de provoquer une exposition. La majorité des dispositions réglementaires sont cependant prises pour renforcer la sécurité des sources présentant les plus forts enjeux radiologiques : il s'agit des sources radioactives scellées de catégorie A, B ou C, au sens de la catégorisation retenue par le code de la santé publique, directement issue de celle de l'AIEA. Les exigences de protection sont proportionnées à la dangerosité intrinsèque des sources. L'approche graduée veut donc que les obligations soient plus fortes pour les sources (ou lots de sources) de catégorie A que pour celles de catégorie C. Les sources ne relevant pas des catégories A, B et C sont classées en catégorie D.

On dénombre, chez les utilisateurs du secteur civil, environ 5200 sources radioactives présentant de tels enjeux de sécurité, réparties dans quelque 250 installations en France. Ces sources sont détenues essentiellement à des fins industrielles (irradiation, radiographie, mesures, etc.), ou médicales (télégammathérapie, curiethérapie notamment). Du fait de leurs déplacements fréquents sur chantier, l'utilisation des sources de radiographie industrielle présente des enjeux particuliers.

En raison de leur regroupement lors des périodes d'entreposage, des sources d'une catégorie peuvent, ensemble, relever d'une catégorie supérieure et donc faire l'objet de dispositions de protection renforcées.

Les travaux réglementaires

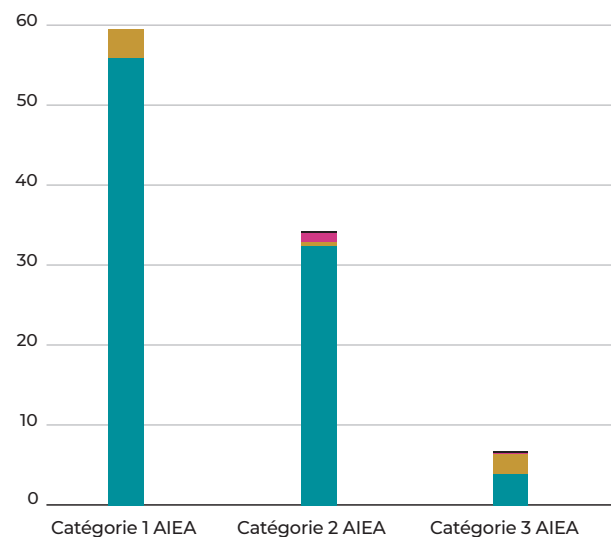
Le décret modifiant la partie réglementaire du code de la santé publique pris en application de l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 (décret n° 2018-434 portant diverses dispositions en matière nucléaire) a été publié le 4 juin 2018. Il comporte plusieurs dispositions portant sur la protection des sources contre les actes de malveillance, notamment :

- la classification en catégorie A, B, C ou D des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives (R. 1333-14) ;
- la déclaration sans délai à différentes autorités administratives, notamment les forces de l'ordre territorialement compétentes, de tout acte de malveillance, tentative d'acte de malveillance ou perte portant sur une source de rayonnements ionisants ou lot de sources radioactive de catégorie A, B ou C (R. 1333-22) ;
- la transmission sous pli séparé spécialement identifié des éléments de nature à faciliter des actes de malveillance (R. 1333-130) ;
- les autorisations nominatives et écrites à délivrer aux personnes ayant accès aux sources de rayonnements ionisants ou lots de sources radioactives de catégorie A, B ou C, procédant à leur convoyage ou accédant aux informations portant sur leur protection contre les actes de malveillance (R. 1333-148).

Les travaux d'élaboration du texte de l'arrêté ministériel fixant les prescriptions organisationnelles et techniques pour protéger les sources de rayonnements ionisants (ou les lots de sources radioactives) contre les actes de malveillance se sont achevés en 2019. L'arrêté a ainsi été signé le 29 novembre 2019 et publié au *Journal officiel* le 11 décembre 2019. Il est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2020 pour les sites non autorisés à sa date de publication (et n'étant pas en cours d'instruction à cette même date). Pour les sites déjà autorisés, l'entrée en vigueur se déroule en deux étapes : la première, sous 6 mois (1^{er} juillet 2021), concernait les dispositions organisationnelles et humaines ; la seconde, 18 mois plus tard (1^{er} janvier 2022), concernait les systèmes de protection

GRAPHIQUE 5

Répartition des sources scellées de haute activité selon leur catégorie AIEA et selon leur autorité de contrôle en matière de protection contre la malveillance



- Ministère des Armées
- Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS)
- ASN
- ASN et HFDS

Les sources de catégorie A du code de la santé publique sont les sources de catégorie 1 AIEA.

Les sources de catégorie B du code de la santé publique sont :
 – les sources de catégorie 2 AIEA, et
 – les sources de catégorie 3 AIEA contenues dans un dispositif mobile ou portable.

Les sources de catégorie C du code de la santé publique sont les sources de catégorie 3 AIEA non contenues dans un dispositif mobile ou portable.

Groupe de réflexion international sur les technologies alternatives

Les sources radioactives présentent, pour leurs utilisateurs comme pour le public et l'environnement, des risques de radioprotection et de sécurité qui doivent être pris en compte dès la phase de réflexion préalable à la mise en œuvre d'une activité nucléaire. Ainsi, en France, lorsque des technologies présentant des enjeux moindres qu'une activité nucléaire sont disponibles dans des conditions techniquement et économiquement acceptables, elles doivent être mises en œuvre en lieu et place de l'activité nucléaire initialement envisagée : c'est le principe de justification.

Sur cette base, la France, dès 2014, puis à l'occasion du Sommet mondial sur la sécurité nucléaire à Washington en avril 2016, a été à l'origine d'un engagement international désormais soutenu par 31 États et par Interpol. L'objet est de conforter la recherche et le développement de technologies n'utilisant pas de sources radioactives scellées de haute activité et de promouvoir leur mise en œuvre.

Dans ce cadre, depuis avril 2015, l'ASN est à l'origine, avec la *National Nuclear Security Administration* (États-Unis), d'un groupe de réflexion informel impliquant plusieurs États sur le thème de la substitution des sources radioactives de haute activité par des technologies alternatives. L'ambition de ce groupe, qui se réunit annuellement, est de favoriser la prise de conscience de l'intérêt de telles alternatives et de partager le retour

d'expérience de chaque État en la matière. L'ASN a notamment présenté les opérations menées par l'Établissement français du sang pour remplacer, en application du principe de justification, ses irradiateurs utilisant des sources radioactives par des irradiateurs électriques émettant des rayonnements X. L'ASN a également permis à la Confédération française pour les essais non destructifs de présenter l'avancement de ses travaux en matière de substitution de la gammagraphie par d'autres technologies de contrôles non destructifs.

En décembre 2018, lors de la Conférence internationale sur la sécurité nucléaire organisée par l'AIEA, plusieurs présentations et deux tables rondes ont abordé le sujet des technologies alternatives et rappelé la pertinence de ce groupe de réflexion.

Les réunions du groupe de réflexion se sont poursuivies en 2019. D'autres exploitants étrangers ont pu faire part de leur expérience, notamment l'utilisation d'irradiateurs électriques émettant des rayons X pour des activités de recherche. Ces réunions régulières permettent de mettre en évidence tant des initiatives réussies de mise en œuvre de technologies alternatives que des difficultés dans le développement ou la mise en œuvre de ces technologies, qui devront faire l'objet de travaux complémentaires. En 2020, en raison de la pandémie mondiale, les échanges n'ont pu se poursuivre; les travaux devraient être relancés en 2021.

physique contre la malveillance. Toutefois, en raison de la crise sanitaire, ces deux échéances ont été reportées de 6 mois par l'[arrêté du 24 juin 2020](#), arrêté sur lequel l'ASN a rendu un avis ([avis n° 2020-AV-0353 du 11 juin 2020](#)).

L'arrêté du 29 novembre 2019 s'applique également aux transports de sources de catégorie A, B ou C unitaires ou en lots.

Les principales prescriptions de cet arrêté visent, en retenant une approche graduée basée sur les catégories A, B, C (et D pour deux articles), à la mise en place par l'exploitant de dispositifs matériels, ainsi que d'une politique et d'une organisation interne, permettant d'assurer la protection des sources contre les actes de malveillance. Ces dispositions techniques et organisationnelles sont destinées à :

- limiter ou retarder le vol par des mesures de contrôle d'accès, de renforcement des barrières physiques y compris au niveau des ouvertures (portes, fenêtres, etc.), d'alarme et de détection au franchissement;
- protéger les informations sensibles (accès limité aux personnes dûment autorisées, promotion des bonnes pratiques informatiques);
- détecter au plus tôt un acte ou une tentative d'acte de malveillance (notamment un vol);
- intervenir ou alerter les pouvoirs publics en ayant au préalable préparé leur intervention;
- sensibiliser, informer, former régulièrement le personnel à la question;
- vérifier périodiquement l'efficacité des matériels et organiser des exercices.

Pour d'évidentes raisons de restriction d'accès à l'information, certaines dispositions de cet arrêté, détaillées dans ses annexes, n'ont pas été publiées au *Journal officiel*. Dans son champ de compétence, l'ASN a donc transmis, par des courriers individualisés, les annexes pertinentes à l'ensemble des responsables d'activité nucléaire concernés.

L'ASN avait également prévu d'accompagner la parution de l'arrêté par des interventions en régions lors de manifestations professionnelles ou de réunions *ad hoc* avec des professionnels concernés. En raison de la crise sanitaire due à la Covid-19, seule une rencontre avec des professionnels a pu avoir lieu en 2020, mais l'action sera reconduite en 2021 dès que les conditions sanitaires le permettront.

En parallèle à la préparation de l'arrêté, et afin de faciliter sa mise en œuvre concrète, un groupe de travail a engagé l'élaboration d'un guide conjoint ASN/Service du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (SHFDS) à destination des responsables d'activité nucléaire, mais également des inspecteurs de l'ASN et du SHFDS. Ce guide doit faciliter une compréhension commune des exigences de l'arrêté par les professionnels et les inspecteurs. Il présentera des recommandations pour une mise en œuvre de ces exigences et comprendra de nombreux exemples. Détaillant certains éléments des annexes à l'arrêté, il sera donc à diffusion limitée. Au second semestre 2020, l'ASN a mené une consultation ciblée de professionnels sur ce projet de guide. Les commentaires reçus sont en cours d'exploitation et le guide devrait être disponible dans sa version définitive en 2021.

2.4 Les autorisations et déclarations des sources de rayonnements ionisants utilisées à des fins industrielles, de recherche ou vétérinaires

2.4.1 La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales

En matière de radioprotection, l'ASN veille à l'application des [trois grands principes de la radioprotection](#) inscrits dans le code de la santé publique ([article L. 1333-2](#)) : la justification, l'optimisation des expositions et la limitation des doses.

L'évaluation du bénéfice attendu d'une activité nucléaire et du détriment sanitaire associé peut conduire à interdire une activité pour laquelle le bénéfice apparaît insuffisant au regard du risque. Soit l'interdiction est prononcée de façon générale, soit l'autorisation requise au titre de la radioprotection n'est pas délivrée ou reconduite. Pour les activités existantes, les éléments de justification sont consignés par écrit par le responsable de l'activité nucléaire, mis à jour tous les 5 ans et en cas de modification notable des connaissances ou des techniques disponibles.

L'optimisation est une notion qui doit être appréciée en fonction du contexte technique et économique et elle nécessite une forte implication des professionnels. L'ASN considère en particulier que les fournisseurs d'appareils sont au cœur de la démarche d'optimisation (voir point 4). En effet, ils sont responsables de la mise sur le marché des appareils et doivent donc concevoir ceux-ci de façon à réduire au minimum l'exposition des futurs utilisateurs. L'ASN contrôle également l'application du principe d'optimisation dans le cadre de l'instruction des dossiers d'autorisation, des inspections qu'elle réalise et lors de l'analyse des différents événements significatifs qui lui sont déclarés.

2.4.2 Les régimes d'autorisation et de déclaration applicables

Les demandes relatives à la détention et à l'utilisation de rayonnements ionisants sont instruites par les [divisions territoriales de l'ASN](#), alors que celles relatives à la fabrication et à la distribution de sources ou d'appareils en contenant sont instruites à l'échelon central de l'ASN, par la direction du transport et des sources (DTS). L'entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2018 du [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire a introduit un troisième régime administratif intermédiaire entre les régimes de la déclaration et de l'autorisation : il s'agit du régime de l'autorisation simplifiée, dit « régime d'enregistrement ». L'ASN a préparé une nomenclature de répartition des différentes catégories d'activités nucléaires dans ces trois régimes, dont la mise en œuvre a commencé au 1^{er} janvier 2019, avec l'[entrée en vigueur de la décision](#) permettant l'extension du régime déclaratif à de nouvelles activités nucléaires jusqu'alors soumises à autorisation (voir point « régime de déclaration »).

Le régime d'autorisation

Les activités du nucléaire de proximité se distinguent par leur grande hétérogénéité et le nombre important d'exploitants concernés. Le régime de l'autorisation est le régime destiné à encadrer les activités nucléaires présentant les enjeux de radioprotection les plus importants, pour lesquels l'ASN vérifie, lors de l'instruction du dossier de demande, que les risques ont bien été identifiés par le demandeur et que les barrières, destinées à en limiter les effets, sont appropriées. Dans le cadre de cette démarche, l'ASN a élaboré des [formulaire](#)s de demande d'autorisation adaptés à chaque activité et disponibles sur [asn.fr](#).

Ces documents sont conçus pour que les demandes d'autorisation soient formulées par le représentant d'une personne morale, même si la possibilité de demander une autorisation en tant que

personne physique reste ouverte. Les formulaires précisent la liste des documents qui doivent être joints à la demande. L'ensemble des autres documents listés en annexe à la [décision n° 2010-DC-0192 de l'ASN du 22 juillet 2010](#) doit être en possession du demandeur et conservé à la disposition des inspecteurs en cas de contrôle. À l'issue de l'instruction et sous réserve que les dispositions décrites par le demandeur soient satisfaisantes, une décision d'autorisation à durée limitée (généralement 5 ans) est délivrée pour l'exercice de l'activité nucléaire.

Le régime déclaratif

Dans le cadre de la refonte du classement des différentes activités nucléaires dans les trois différents régimes administratifs introduit par le décret susvisé, l'ASN a souhaité mettre en œuvre une approche plus graduée et proportionnée aux enjeux.

Ses premiers travaux ont porté sur le régime de déclaration. La déclaration est une procédure simple, qui ne nécessite aucune transmission de documents justificatifs. Elle est particulièrement adaptée aux activités nucléaires présentant les risques les plus faibles pour les personnes et l'environnement. Le responsable d'une activité du secteur industriel, de recherche ou vétérinaire, relevant du régime de déclaration a, depuis avril 2018, la possibilité d'effectuer cette démarche de manière dématérialisée sur le [portail « téléservices » de l'ASN](#).

Par la [décision n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018](#) homologuée le 21 novembre 2018, l'ASN a étendu le champ des activités soumises à déclaration. L'extension au régime déclaratif devrait concerner à terme environ 6000 dossiers jusqu'alors soumis au régime de l'autorisation. Il ne sera en revanche possible de quantifier précisément ce nombre de dossiers au bout de 5 ans (31 décembre 2023). En effet, conformément au principe des bénéfices acquis, les autorisations délivrées avant le 1^{er} janvier 2019 tiennent lieu de récépissés de déclaration jusqu'au terme de la décision d'autorisation, sous condition qu'il ne soit procédé dans l'intervalle à aucune modification de l'activité nucléaire exercée. Un certain nombre d'activités nucléaires, bien que dorénavant soumises à déclaration, bénéficient donc toujours d'une décision d'autorisation.

2.4.3 Le futur régime d'enregistrement (autorisation simplifiée)

Après avoir élaboré en 2019 la [note d'orientation](#) établissant le cadrage général du futur régime d'enregistrement puis, mi-2020, avoir mis en consultation publique les projets de texte, l'ASN a achevé l'élaboration des décisions relatives à ce nouveau régime. En effet, deux décisions encadrent ce régime : l'une relative aux activités nucléaires à finalité médicale (voir chapitre 7, tableau 2), l'autre relative aux activités nucléaires des domaines de l'industrie, de la recherche et des applications vétérinaires. La [décision n° 2021-DC-0703 de l'ASN du 4 février 2021](#), entrera en vigueur le 1^{er} juillet 2021 sous réserve de son homologation. Ce régime s'appliquera à certaines sources de rayonnements ionisants, qu'elles soient sous forme de sources radioactives scellées ou non scellées et d'appareils électriques émettant des rayonnements X, dont les risques et inconvénients générés par leur détention ou leur utilisation peuvent être prévenus par le respect des prescriptions générales spécifiques que la décision fixe. La décision définit donc, outre les activités nucléaires concernées, le contenu du dossier de demande relatif à l'autorisation simplifiée, ainsi que les conditions d'exercice (prescriptions générales spécifiques) de l'activité nucléaire que devront respecter les exploitants.

Son entrée en vigueur marquera la deuxième étape, après celle de l'extension du régime déclaratif, de la mise en place effective de la réforme du contrôle du nucléaire de proximité visant à mieux concrétiser une approche graduée des risques. En effet, la décision implique des allègements notables des démarches administratives

Le suivi des sources radioactives

Le code de la santé publique prévoit, dans ses articles R. 1333-154, 156 et 157 l'enregistrement préalable par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) des mouvements de radionucléides sous forme de sources radioactives et, dans son article R. 1333-158, le suivi de ces radionucléides.

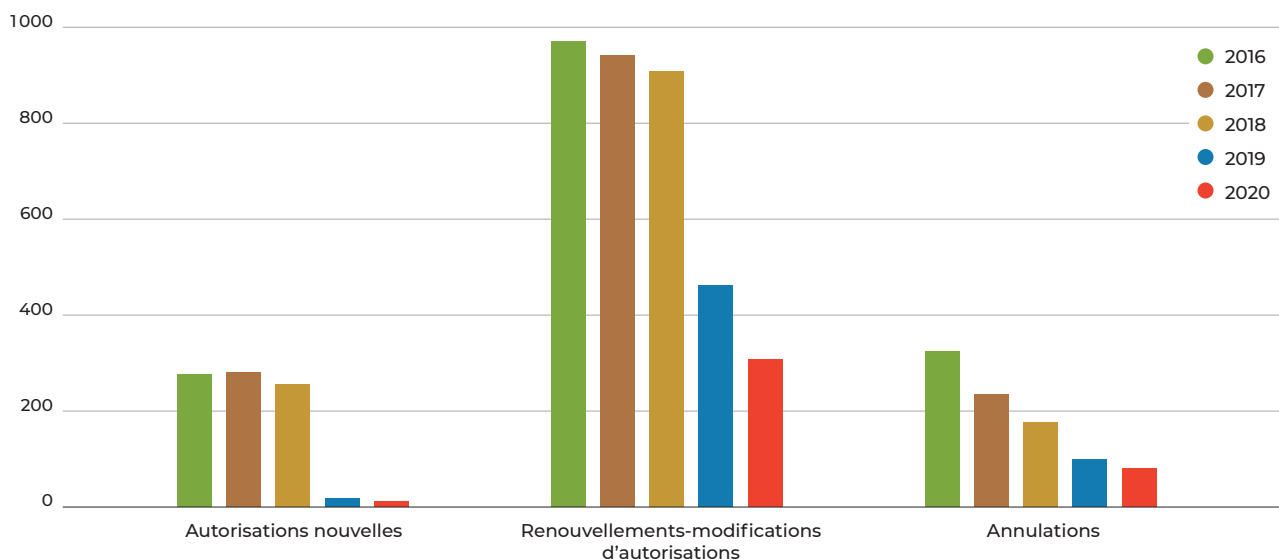
La [décision n° 2015-DC-0521 de l'ASN du 8 septembre 2015](#) relative au suivi et aux modalités d'enregistrement des radionucléides sous forme de sources radioactives et de produits ou dispositifs en contenant précise les modalités d'enregistrement des mouvements et les règles de suivi de radionucléides sous forme de sources radioactives.

Cette décision, applicable depuis le 1^{er} janvier 2016, a pris en compte le fonctionnement existant et l'a complété notamment sur les points suivants, en :

- graduant les actions de contrôle sur les sources en fonction de la dangerosité de celles-ci;
- confirmant l'absence d'enregistrement pour les sources d'activité inférieure aux seuils d'exemption;
- imposant des délais entre l'enregistrement des mouvements de sources et le mouvement lui-même;
- imposant que chaque source soit accompagnée d'un document appelé « certificat de source » mentionnant toutes ses caractéristiques et qui doit être transmis à l'IRSN dans les deux mois suivant la réception de la source.

GRAPHIQUE 6

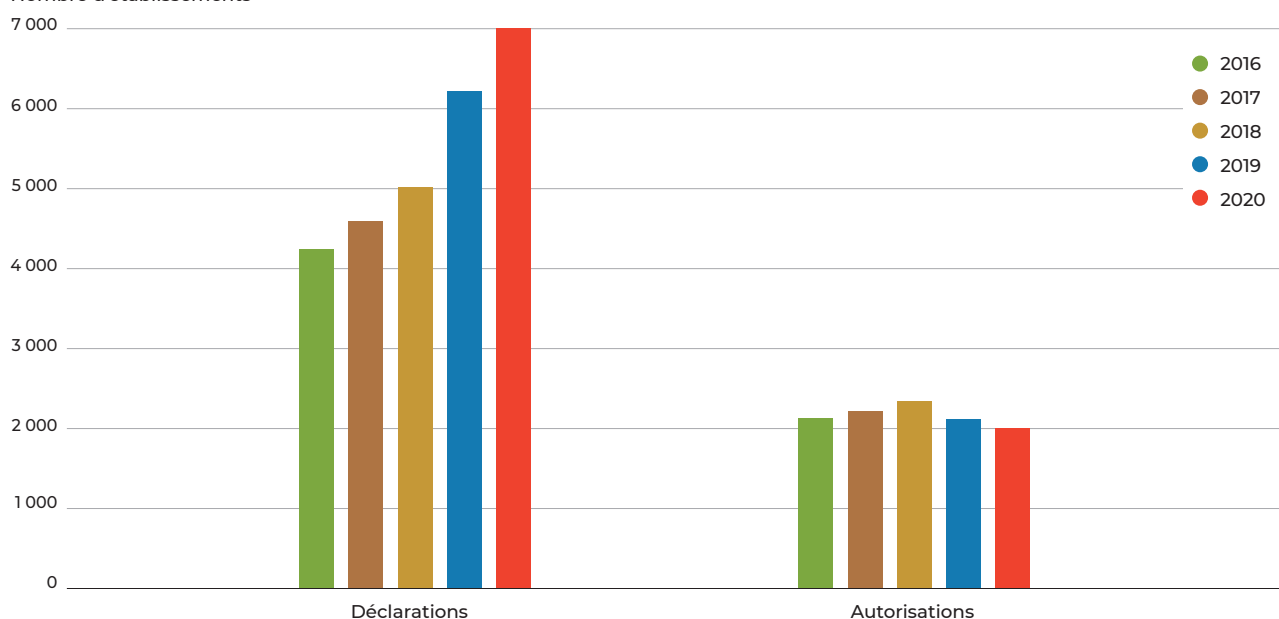
Autorisations et déclarations « utilisateur » de sources radioactives délivrées chaque année



GRAPHIQUE 7

Autorisations et déclarations « utilisateur » d'appareils électriques générant des rayonnements délivrées chaque année

Nombre d'établissements



par rapport à celles imposées aux activités nucléaires soumises à autorisation : un dossier de demande dont le contenu est simplifié (tant en termes d'informations à renseigner que de pièces justificatives à fournir), des durées d'enregistrement de 10 ans par défaut (voire, pour certaines activités nucléaires, par défaut illimitées), la possibilité de réaliser sa demande d'enregistrement sur le service de télé-enregistrement qui sera disponible sur *asn.fr*, des délais d'instruction réduits à au plus 6 mois, l'absence de réponse à l'issue des 6 mois valant de fait enregistrement de l'activité nucléaire objet de la demande.

L'entrée en vigueur du régime d'enregistrement devrait concerner à terme environ 1 200 à 2 000 exploitants des domaines de l'industrie, de la recherche et des applications vétérinaires jusqu'alors soumis au régime de l'autorisation. Comme pour la déclaration, il ne sera en revanche possible de quantifier précisément ce nombre qu'à l'échéance d'une période de 5 ans

(1^{er} juillet 2026). En effet, conformément au principe des bénéfices acquis, les autorisations délivrées avant le 1^{er} juillet 2021 tiendront lieu d'enregistrement jusqu'au terme de la décision d'autorisation, sous condition qu'il ne soit procédé dans l'intervalle à aucune modification de l'activité nucléaire exercée.

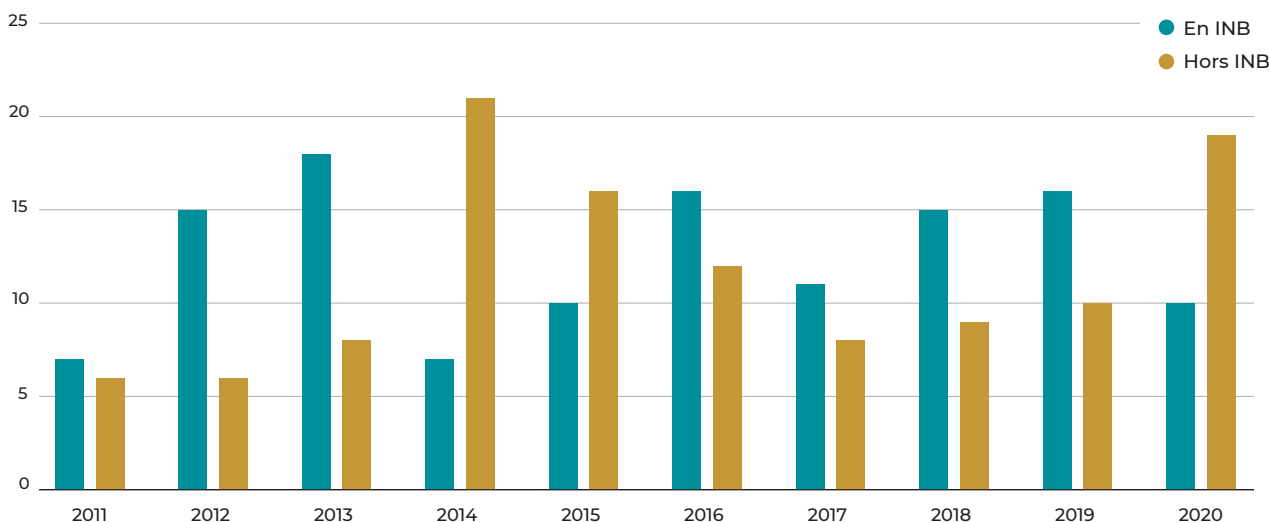
2.4.4 Les statistiques de l'année 2020

Les fournisseurs

Compte tenu du rôle fondamental des fournisseurs de sources radioactives, ou d'appareils en contenant, pour la radioprotection des futurs utilisateurs (voir point 2.4.1), l'ASN exerce un contrôle renforcé dans ce domaine. Au cours de l'année 2020, 103 demandes d'autorisation de distribution de sources radioactives ou de renouvellements d'autorisation ont été instruites par l'ASN et 27 inspections réalisées (toutes sources de rayonnements ionisants confondues).

GRAPHIQUE 8

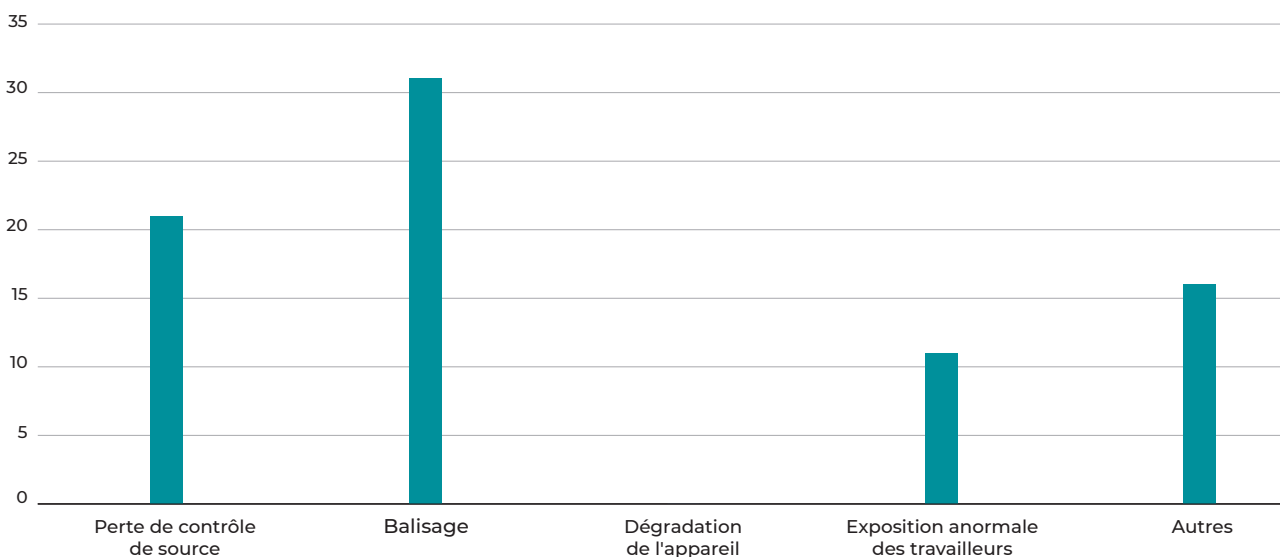
Évolution du nombre d'événements déclarés à l'ASN en radiographie industrielle



Nota : les 24 événements de 2018 ont fait l'objet de 25 déclarations auprès de l'ASN et les 26 événements de 2019 ont fait l'objet de 27 déclarations auprès de l'ASN. Dans les deux cas, un événement a fait l'objet d'une double déclaration par le donneur d'ordre et par l'entreprise de radiographie industrielle.

GRAPHIQUE 9

Principaux facteurs contributifs aux événements déclarés à l'ASN en radiographie industrielle sur la période 2018-2020



Les utilisateurs

Le cas des sources radioactives

En 2020, l'ASN a instruit et notifié 12 autorisations nouvelles, 307 renouvellements ou mises à jour et 81 annulations d'autorisation. Le graphique 6 présente les autorisations délivrées ou annulées en 2020 et l'évolution de ces données ces cinq dernières années. L'ASN a également délivré, en 2020, 1 218 récépissés de déclaration pour les sources radioactives scellées. L'entrée en vigueur de la décision n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018, citée au point 2.4.2, est la raison principale de la baisse importante du nombre d'autorisations délivrées, au profit de la délivrance de récépissés de déclaration, et illustre la mise en application concrète de l'approche graduée du contrôle.

Une fois l'autorisation ou le récépissé de déclaration obtenu, le titulaire peut s'approvisionner en sources. Dans ce but, il reçoit de l'IRSN des formulaires de demande de fournitures permettant à l'institut de vérifier – dans le cadre de ses missions de tenue à jour de l'inventaire des sources de rayonnements ionisants – que les commandes se font conformément à l'autorisation ou au récépissé de déclaration délivré à l'utilisateur et à l'autorisation de son fournisseur. Si tel est bien le cas, le mouvement est alors

enregistré par l'IRSN, qui avise les intéressés que la livraison peut être réalisée. En cas de difficulté, le mouvement n'est pas validé et l'IRSN saisit l'ASN (voir encadré précédent).

Le cas des générateurs électriques de rayonnements ionisants

L'ASN est chargée, depuis 2002, du contrôle de ces appareils pour lesquels de nombreuses régularisations administratives sont nécessaires. Elle a accordé, en 2020, 41 autorisations nouvelles et 174 renouvellements ou mises à jour d'autorisation pour l'utilisation d'appareils électriques émettant des rayonnements X. L'ASN a également délivré 787 récépissés de déclaration pour des générateurs électriques de rayonnements ionisants. Comme pour les sources radioactives, la diminution importante du nombre d'autorisations délivrées et, à l'inverse, l'augmentation des récépissés de déclaration, sont la conséquence directe de l'entrée en vigueur de la décision n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018 précitée.

Au total, 1 995 autorisations et 6 980 récépissés de déclaration ont été délivrés pour des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants depuis 2002. Le graphique 7 illustre l'évolution de ces dernières années.

3. L'appréciation sur l'état de la radioprotection dans les utilisations à enjeux des domaines industriel, de recherche et vétérinaire

3.1 La radiographie industrielle

3.1.1 Les équipements utilisés

La gammagraphie

La **gammagraphie** est une méthode de contrôle non destructif qui permet d'apprécier des défauts d'homogénéité dans des matériaux, notamment les cordons de soudure. Elle consiste à obtenir une radiographie sur un support argentique ou numérique en utilisant les rayonnements gamma émis par une source radioactive et traversant l'objet à contrôler.

Elle est fréquemment employée dans différents secteurs industriels, tels que la chaudronnerie, la pétrochimie, les centrales nucléaires, les travaux publics, l'aéronautique ou l'armement, lors d'opérations de fabrication ou de maintenance.

Les appareils de gammagraphie contiennent des sources scellées de haute activité, principalement de l'iridium-192, du cobalt-60 ou du sélénium-75, dont l'activité peut atteindre une vingtaine de térabecquerels. Un appareil de gammagraphie est le plus souvent un appareil mobile pouvant être déplacé d'un chantier à l'autre. Il se compose principalement :

- d'un projecteur de source, qui sert de conteneur de stockage et assure une protection radiologique quand la source n'est pas utilisée ;
- d'une gaine d'éjection destinée à permettre le déplacement de la source et à la guider jusqu'à l'objet à radiographier ;
- et d'une télécommande permettant la manipulation à distance par l'opérateur.

Lors de l'éjection de la source hors de l'appareil, les débits de dose peuvent atteindre plusieurs grays par heure à 1 mètre de la source, en fonction du radionucléide et de son activité.

Du fait de l'activité des sources et du déplacement de la source hors du conteneur de stockage pendant l'utilisation de l'appareil, la gammagraphie peut présenter des risques importants pour les opérateurs en cas de mauvaise manipulation, de non-respect des règles de radioprotection ou d'incidents de fonctionnement. Par ailleurs, ces activités de gammagraphie sont fréquemment

menées sur des chantiers ou installations dans des conditions difficiles (travail de nuit, lieu de travail exposé aux intempéries ou exigü). À ce titre, c'est une activité à enjeu fort de radioprotection, qui figure parmi les priorités de contrôle de l'ASN.

La radiographie industrielle par rayons X

Elle sert à des fins de vérification de la qualité des cordons de soudure ou du contrôle de la fatigue des matériaux.

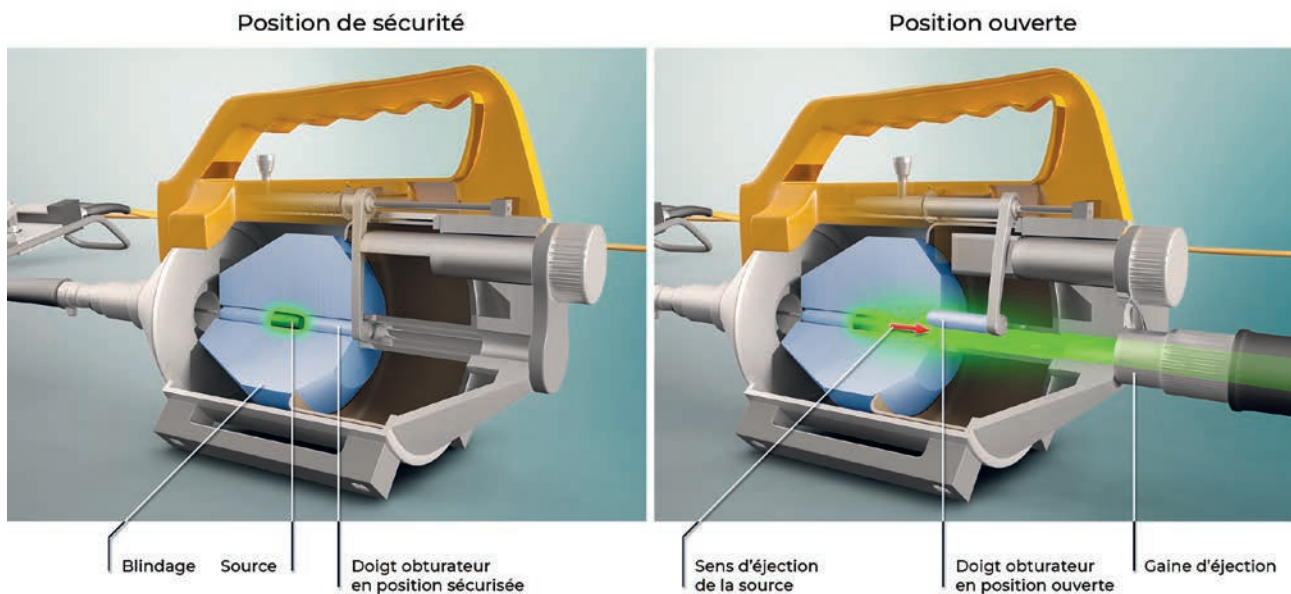
Ce sont des appareils fixes ou de chantier utilisant des faisceaux directionnels ou panoramiques, qui se substituent aux appareils de gammagraphie lorsque les conditions de mise en œuvre le permettent.



INCIDENCE COVID

La pandémie de Covid-19 a amené l'ASN, dans les secteurs de l'industrie, de la recherche et des applications vétérinaires, à réduire d'environ 15 % le programme global d'inspections initialement prévu pour s'adapter aux circonstances exceptionnelles, qui ont eu des effets importants sur les conditions de fonctionnement de certains exploitants – qui, pour certains, ont réduit, voire temporairement arrêté leurs activités après avoir mis leurs installations en sécurité – et aux limitations de déplacement imposées par le Gouvernement. Par ailleurs, certaines inspections ont été réalisées à distance. La comparaison avec les exercices précédents en a été rendue plus délicate. Il convient donc de lire les parties relatives à l'état de la radioprotection des points 3 et 4 qui suivent en tenant compte des modalités particulières de contrôle de l'année 2020.

Schéma de principe de fonctionnement d'un gammagraphe



La gammagraphie au sélénium-75

L'emploi de sélénium-75 en gammagraphie est autorisé en France depuis 2006. Mis en œuvre dans les mêmes appareils que ceux fonctionnant à l'iridium-192, l'emploi de sélénium-75 en gammagraphie présente des avantages notables en termes de radioprotection. En effet, les débits d'équivalent de dose sont d'environ 55 millisieverts (mSv) par heure et par térabecquerel (TBq) à 1 mètre de la source en sélénium-75, contre 130 millisieverts par heure par térabecquerel (mSv/h/TBq) pour l'iridium-192.

Son utilisation est possible en remplacement de l'iridium-192 dans de nombreux domaines industriels, notamment en pétrochimie ou en chaudronnerie et permet de réduire considérablement les périmètres

de sécurité mis en place et de faciliter les interventions en cas d'incident. En France, moins de 20 % des appareils portables sont équipés avec une source de sélénium-75. Le déploiement du sélénium-75 a stagné au cours des derniers exercices. En effet, des difficultés rencontrées par les usines de fabrication en Russie ont provoqué une rupture d'approvisionnement dans toute l'Europe. Toutefois, l'ASN encourage toujours son utilisation, les difficultés actuelles n'étant que temporaires. De plus, les fabricants de sources scellées aux États-Unis, qui ont longtemps délaissé cette technologie, proposent à présent ce type de sources. Un nouveau fabricant a ainsi été autorisé en 2019.

Ces appareils peuvent aussi être utilisés pour des emplois plus spécifiques et donc plus rares, tels que la réalisation de radiographies en vue de la restauration d'instruments de musique ou de tableaux, l'étude de momies en archéologie ou l'analyse de fossiles.

3.1.2 L'évaluation de la radioprotection dans les activités de radiographie industrielle

Les activités de radiologie industrielle sont des activités à forts enjeux et constituent depuis plusieurs années une priorité d'inspection pour l'ASN.

En 2020, l'ASN a mené 147 inspections sur ce thème, ce qui est stable par rapport à l'année 2019 (150). En effet, malgré les conséquences de la crise sanitaire, l'ASN a maintenu un effort d'inspection significatif sur ce domaine d'activité. Même si les modalités de certaines inspections ont été adaptées afin d'effectuer tout ou partie des contrôles à distance, les inspecteurs de l'ASN ont continué à être présents sur le terrain. Ainsi, les 59 inspections de chantier, qui se déroulent généralement de nuit, ont été menées de manière inopinée. De plus, lorsque les contrôles ont été réalisés à distance, ils ont majoritairement été complétés par des contrôles ciblés sur place, dans le respect des consignes sanitaires.

Le système de télédéclaration des plannings de chantier pour les entreprises prestataires en radiographie industrielle, mis en place par l'ASN en 2014, permet de faciliter l'organisation de ces contrôles. L'ASN constate que la quasi-totalité des exploitants concernés utilise couramment ce système pour déclarer les chantiers. Cependant, la fiabilité des informations transmises est encore hétérogène. Les points d'amélioration portent notamment sur :

- la mise à jour des plannings lorsque ceux-ci sont modifiés ;
- l'exactitude des informations de localisation du chantier (à ne pas confondre avec l'adresse de l'entreprise donneur d'ordre) ;
- l'exhaustivité de déclaration des chantiers.

Au travers de ses inspections, l'ASN juge que la prise en compte des risques est globalement maîtrisée – de manière cependant contrastée entre les entreprises – à l'exception de la signalisation de la zone d'opération lors des chantiers.

L'ASN constate que les entreprises ont, dans leur grande majorité, maintenu la rigueur nécessaire pour respecter les obligations réglementaires relatives à la désignation d'un conseiller en radioprotection (aucun écart relevé) et au suivi dosimétrique des travailleurs (moins de 10 % d'écarts constatés). Par ailleurs, les inspecteurs ont constaté que la fréquence réglementaire de la maintenance des appareils de gammagraphie est respectée.

Gammagraphie : des accidents graves à l'étranger

En France, les accidents en gammagraphie restent limités en nombre et en conséquences depuis mars 1979, où un accident avait conduit à l'amputation de la jambe d'un ouvrier qui avait ramassé et mis dans sa poche une source d'iridium-192 de 518 gigabecquerels (GBq). Cet incident avait entraîné un renforcement de la réglementation en vigueur à l'époque. Ceci ne doit pas être perçu comme un acquis. L'ASN exerce une veille sur les accidents survenus à l'étranger qui ont eu parfois eu des effets graves. Parmi les exemples récents dont l'ASN a eu connaissance et qui confirment les risques auxquels des actions inappropriées peuvent exposer les opérateurs :

- en 2020 aux États-Unis, un radiologue et deux aides radiologues effectuant des contrôles non destructifs dans une unité de production d'asphalte ont été exposés à des doses corps entier de 636, 104 et 26 millisieverts (mSv) en tentant de réintégrer la source dans le projecteur de gammagraphie alors que la gaine d'éjection avait été écrasée lors de la chute d'un support provenant d'une cuve de stockage. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES;
- en 2019, en Espagne, un employé d'une société de contrôle non destructif a été exposé à environ 200 mSv (corps entier) en accédant à un bunker de gammagraphie alors que la source d'iridium-192 n'était pas en position de sécurité. Le dispositif d'asservissement de l'ouverture de porte permettant d'interdire l'accès au bunker en cas d'émission de rayonnements ionisants n'a pas fonctionné en raison de la défaillance du système de mesure de l'ambiance radiologique. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES. La même année, un accident similaire a eu lieu en Allemagne : deux employés ont été respectivement exposés à 100 et 30 mSv (corps entier) en accédant à un bunker de gammagraphie alors que la source d'iridium-192 n'était pas en position de sécurité et que la vérification de l'ambiance radiologique n'avait pas été effectuée. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES;
- en 2016, en Turquie, après l'utilisation d'un appareil de gammagraphie, il semble que les opérateurs n'aient pas

vérifié le bon retour de la source en position de sécurité. Un adolescent de 16 ans a trouvé la source le lendemain du contrôle et l'a conservée jusqu'à son domicile, où plusieurs personnes ont indiqué l'avoir manipulée.

Au total, 20 personnes auraient été exposées, la personne la plus exposée aurait reçu 1 gray (Gy).

L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES;

- en 2015, en Iran, deux opérateurs ont été exposés à des doses efficaces respectives de 1,6 et 3,4 Gy. La source du gammagraphe (iridium-192 de 1,3 térabecquerels – TBq) s'est décrochée et est restée bloquée dans la gaine d'éjection sans qu'ils s'en aperçoivent. Les opérateurs ont ensuite passé la nuit dans leur véhicule à proximité de la gaine d'éjection et de la source;
- en 2014, au Pérou, un employé a été exposé à 500 mSv (corps entier) et 25 Gy sur la hanche gauche en déplaçant une gaine d'éjection et un collimateur sans s'être aperçu que la source était décrochée du câble de télécommande et était restée dans le collimateur (iridium-192, 1,2 TBq, 30 minutes d'exposition);
- en 2013, en Allemagne, un employé d'une société de contrôle non destructif a été exposé à plus de 75 mSv (corps entier) et 10 à 30 Gy aux extrémités (mains) en essayant de débloquer une source dans une gaine d'éjection;
- en 2012, un employé péruvien a été admis à l'hôpital Percy, à Clamart, à la suite d'une exposition de 1 à 2 Gy (corps entier) et 35 Gy à la main (70 Gy au bout des doigts) après avoir manipulé à mains nues une gaine d'éjection sans s'assurer de la position de la source;
- en 2011, cinq travailleurs bulgares ont été admis à l'hôpital Percy, à Clamart, pour mise en œuvre de traitements lourds à la suite d'irradiations de l'ordre de 2 à 3 Gy dues à une erreur de manipulation d'un appareil de gammagraphie qu'ils pensaient déchargé de sa source;
- en 2011, aux États-Unis, un apprenti radiologue a décroché la gaine d'éjection et s'est aperçu que la source dépassait du projecteur. Il a essayé de repousser la source dans l'appareil avec son doigt. L'estimation de la dose reçue aux extrémités est de 38 Gy.

La perte de contrôle de la source en gammagraphie

La gammagraphie est une technique de contrôle non destructif consistant à positionner une source radioactive à proximité de l'élément à contrôler, de façon à obtenir un film radiographique permettant ensuite, par lecture du film, un contrôle de qualité de la pièce.

La perte de contrôle de la source est l'une des principales causes d'accidents dans ce domaine. Elle peut conduire à de fortes expositions des travailleurs se trouvant à proximité, voire du public en cas de travaux en zone urbaine. Cette perte de contrôle se rencontre principalement dans deux situations :

- la source radioactive reste bloquée dans la gaine d'éjection. L'origine du blocage est souvent liée

à la présence de corps étrangers dans la gaine ou à une dégradation de la gaine;

- le porte-source contenant le radionucléide n'est plus solidaire de la télécommande. Le câble reliant source et télécommande n'est pas correctement raccordé et la source ne peut plus être manœuvrée.

En France, les gammagraphes répondent à des prescriptions techniques plus strictes que les standards internationaux. Toutefois, les défaillances de matériel ne peuvent pas être écartées, notamment en cas de mauvais entretien des appareils. Ces dernières années, de mauvaises manipulations ont parfois également été observées à la suite d'incidents de blocage de sources.

Focus sur les opérations réglementaires de maintenance annuelle des appareils de gammagraphie

Fin 2020, une inspection portant sur la maintenance annuelle des appareils de gammagraphie (projecteurs et accessoires), imposée par la réglementation, a été menée par l'ASN chez le principal fournisseur de ces appareils, également en charge de ces opérations de maintenance. Ce contrôle avait pour objectif de vérifier la gestion et la traçabilité des opérations de maintenance (y compris les opérations de chargement/déchargement de sources radioactives scellées) effectuées par le fournisseur et de comparer les informations dont il disposait avec celles (procès-verbaux de maintenance notamment) obtenues pendant toute l'année 2020 lors d'inspections réalisées par l'ASN sur des chantiers de contrôle non destructifs. Sur la base d'un contrôle par sondage concernant la moitié des quelques 160 procès-verbaux de maintenance collectés,

les inspecteurs ont vérifié que les informations présentées par les utilisateurs des appareils de gammagraphie étaient cohérentes avec celles établies par le fournisseur. Les inspecteurs ont en outre conclu que le suivi administratif mis en place par ce dernier de l'ensemble des opérations menées sur les gammagraphes et leurs accessoires était opérationnel et globalement satisfaisant.

Cette inspection s'inscrivait dans le cadre des actions de lutte contre les fraudes mis en œuvre par l'ASN depuis quelques années et destinées à vérifier la véracité des documents présentés par les exploitants. Aucune tentative de falsification de documents, ni de la part du fournisseur, ni de la part des utilisateurs des appareils de gammagraphie, n'a été détectée.

De même, les opérateurs contrôlés par l'ASN disposaient tous, lorsque cela était nécessaire, du certificat d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle (Camari) prévu par l'[article R. 4451-61 du code du travail](#).

Les inspecteurs ont également relevé que les efforts déployés par les industriels pour assurer la formation des travailleurs classés nouvellement arrivés avaient été maintenus. Ainsi, en 2020, cette information a été correctement dispensée auprès des nouveaux arrivants, dans plus de 85 % des établissements concernés inspectés. Cependant, le renouvellement périodique de cette formation ainsi que son contenu appellent encore des améliorations.

L'ASN juge *a contrario* toujours préoccupants les écarts observés en matière de signalisation de la zone d'opération lors des chantiers. Même si les écarts observés sont proportionnellement moins nombreux en 2020 qu'en 2019, ils restent encore trop importants (une inspection sur quatre). L'ASN souligne que le manque de préparation et de coopération, en amont des chantiers, entre les donneurs d'ordre et les entreprises de radiographie (notamment le défaut d'établissement d'un plan de prévention précis) est une des causes de ces écarts.

L'ASN rappelle que le balisage doit être posé avant le début du chantier et donc, en tout état de cause, avant d'avoir installé le matériel de radiographie, doit être continu et que des signaux lumineux en nombre suffisant sont indispensables. Pour s'assurer que les valeurs réglementaires de débit de dose soient respectées en limite de balisage, il est essentiel qu'une ou plusieurs mesures soient effectuées et que leurs résultats soient enregistrés. Le zonage et son balisage constituent en effet la principale barrière de sécurité en configuration de chantier, en particulier pour prévenir les expositions incidentelles. L'ASN reste donc très vigilante sur ce point, qui fait l'objet d'un contrôle systématique lors des inspections réalisées sur les chantiers; des sanctions pénales ont par ailleurs déjà été proposées en cas de manquements graves.

L'ASN constate également que la qualité des dossiers techniques qu'elle est amenée à instruire, dans le cadre de la préparation ou des suites d'inspections et lors des demandes d'autorisation qui lui sont adressées, est hétérogène. Les industriels doivent notamment être plus vigilants sur les rapports établissant la conformité de leurs installations aux référentiels techniques appropriés. L'ASN relève encore trop souvent des erreurs, notamment lorsque la réalisation de ces rapports a été sous-traitée, erreurs conduisant parfois à des non-conformités. En outre, les inspections menées en 2020 montrent que, dans un quart des cas, les dispositifs

de sécurité des installations de gammagraphie n'étaient pas correctement mis en place ou vérifiés.

Enfin, la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance (voir encadré page suivante) doit encore être améliorée. Par exemple, les autorisations individuelles d'accès aux sources n'ont été correctement établies que dans moins d'un site inspecté sur deux.

Pour l'application des principes de justification et d'optimisation, les réflexions engagées sur le long terme par les professionnels du contrôle non destructif ont abouti à l'élaboration de [guides](#) ayant pour but de promouvoir l'utilisation de méthodes de substitution à la radiographie industrielle. Les travaux se poursuivent au sein des instances professionnelles, en particulier par l'évolution des codes de construction et de maintenance des équipements industriels, afin de privilégier l'utilisation de méthodes de contrôle non ionisantes.

Par ailleurs, la France offre un bon maillage d'installations fixes de radiographie industrielle (99 installations de gammagraphie sont autorisées en France en 2020) permettant ainsi à 70 % des professionnels de proposer des prestations de radiographie industrielle dans une casemate. L'ASN juge d'ailleurs les risques d'incidents et les doses reçues par les travailleurs globalement bien maîtrisés par les exploitants, lorsque cette activité est réalisée dans une casemate conforme à la réglementation applicable. Malgré la disponibilité des installations, l'ASN constate encore trop souvent que des pièces radiographiées au cours de chantiers, notamment programmés de nuit dans des ateliers, pourraient être aisément déplacées dans une casemate. Outre l'optimisation des doses pour les travailleurs, le risque d'indisponibilité de l'atelier en cas d'incident empêchant le retour de la source radioactive d'un gammagraphe en position de sécurité serait alors éliminé.

L'ASN estime donc que les donneurs d'ordre ont un rôle primordial à jouer pour faire progresser la radioprotection dans le domaine de la radiographie industrielle en privilégiant les prestations de radiographie industrielle dans des installations disposant de casemate.

La sensibilisation de l'ensemble des acteurs est donc une priorité d'action. Les démarches régionales visant à établir des [chartes de bonnes pratiques en radiographie industrielle](#), mises en œuvre depuis plusieurs années sous l'impulsion de l'ASN et de l'inspection du travail, notamment dans les territoires correspondant aux anciennes régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Haute-Normandie, Rhône-Alpes, Nord-Pas-de-Calais,

Retour sur les premiers contrôles liés à la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance

En 2019 et 2020, au cours des inspections menées par l'ASN dans les établissements détenant des sources radioactives scellées de catégorie A, B ou C, unitaires ou en lots, les quatre dispositions réglementaires suivantes relatives à leur protection contre des actes de malveillance et applicables depuis le 1^{er} juillet 2018 ont été vérifiées dans 107 établissements industriels et 27 établissements médicaux.

La classification des sources ou lots de sources radioactives dans les différentes catégories a été réalisée dans plus de la moitié des établissements inspectés (54% [↑]⁽¹⁾ pour le secteur industriel et 59% [↑] pour le secteur médical), le reste des sites n'ayant procédé à cette classification que de manière partielle (respectivement 21% [↓] et 33% [↓]), voire pas du tout (respectivement 24% [↓] et 7% [≈]).

Les autorisations individuelles que doit délivrer le responsable de l'activité nucléaire afin de permettre l'accès à ces sources ou à ces lots de sources radioactives, leur convoyage, ou l'accès aux informations relatives aux moyens ou mesures permettant de les protéger, n'ont été que peu accordées dans les établissements inspectés. En effet, seuls 33% [↑] des établissements industriels et un établissement médical (contre aucun en 2019) respectent systématiquement cette exigence. Les dispositions sont respectées partiellement pour 26% [↑] des sites industriels et 33% [↑] des établissements médicaux: les autorisations ne sont alors délivrées qu'à une partie des personnes en ayant besoin ou sans tenir compte des besoins réels d'en disposer. Dans les autres cas, (respectivement 41% [↓] et 63% [↓]), aucune autorisation n'a été accordée.

Toutefois, **les mesures prises pour empêcher l'accès non autorisé aux sources** ont été jugées satisfaisantes pour une grande majorité des établissements industriels

inspectés (86% [↓]) alors que, pour le secteur médical, moins de la moitié des établissements répond aux mesures applicables à ce jour (43% [↑]). Cette appréciation doit cependant être prise avec précaution: elle évoluera très probablement une fois que les dispositifs de protection (en particulier physiques) prescrits par l'[arrêté du 29 novembre 2019](#) relatif à la protection des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance deviendront applicables.

Enfin, **les inventaires des sources détenues par les établissements inspectés** sont en majorité cohérents avec l'inventaire national tenu par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (correspondance totale dans 74% [≈] des cas pour le secteur industriel et 81% [↑] pour le secteur médical), permettant ainsi une identification rapide du détenteur et du lieu de détention des sources, en cas de besoin.

Entre 2019 et 2020, l'ASN a donc constaté une légère amélioration de la mise en œuvre des quatre premières dispositions réglementaires relatives à la protection contre les actes de malveillance des sources radioactives scellées de catégorie A, B ou C, dans les établissements inspectés, sauf en ce qui concerne les mesures prises pour empêcher l'accès non autorisé à ces sources, qui semble stagner.

La pandémie de Covid-19 a eu pour conséquence de diminuer le nombre d'inspections réalisées par l'ASN, notamment dans les établissements médicaux détenant des sources radioactives scellées de catégories B ou C, où la baisse est de moitié entre 2019 et 2020. En conséquence, les tendances d'évolution pour ceux-ci sont à prendre avec précaution.

1. L'évolution des tendances entre 2019 et 2020 est indiquée par les symboles [↑] (hausse), [↓] (baisse) et [≈] (stabilité).

Bretagne et Pays de la Loire, permettent des échanges réguliers entre les différents acteurs. Les divisions de l'ASN et les autres administrations régionales concernées organisent également régulièrement des colloques de sensibilisation et d'échanges au niveau régional, pour lesquels les acteurs de cette branche professionnelle manifestent un réel intérêt.

Enfin, en 2020 comme ces dernières années, aucune surexposition d'un opérateur de radiographie industrielle n'a été déclarée à l'ASN, même si plusieurs événements significatifs liés à la perte de contrôle de la source (« blocage de source ») lors de l'utilisation d'un gammagraphe ont eu lieu. Ces événements ont été correctement diagnostiqués par les opérateurs et les acteurs concernés n'ont pas entrepris de manipulation inappropriée ou interdite. Par exemple, les inspecteurs de l'ASN missionnés pour vérifier la mise en place des mesures de protection d'un appareil défectueux dans l'attente de sa mise en sécurité au sein de la raffinerie Total de Feyzin, dans le Rhône, ont constaté que la situation était correctement gérée par les acteurs concernés. L'ASN attire l'attention des entreprises faisant réaliser des contrôles gammagraphiques dans leurs installations sur les conséquences qu'aurait un blocage de la source radioactive hors du gammagraphe, notamment la mise en place d'une zone d'exclusion pendant le délai nécessaire à la mise en sécurité définitive de la source, qui se compte souvent en jours.

3.2 Les irradiateurs industriels

3.2.1 Les équipements utilisés

L'irradiation industrielle est employée pour la stérilisation de dispositifs médicaux, de produits pharmaceutiques ou cosmétiques et la conservation de produits alimentaires. Elle est également un moyen utilisé afin de modifier volontairement les propriétés de matériaux pour le durcissement des polymères, par exemple.

Ces techniques d'irradiation de produits de consommation peuvent être autorisées car, à l'issue de leur traitement, ces produits ne présentent aucune radioactivité artificielle résiduelle (les produits sont stérilisés en passant dans un rayonnement sans être eux-mêmes « activés » à l'issue du traitement).

Les irradiateurs industriels utilisent souvent des sources de cobalt-60 dont l'activité peut être très importante et dépasser 250 000 térabecquerels (TBq). Certaines de ces installations sont classées INB (voir chapitre 12). Dans de nombreux secteurs, l'utilisation de sources scellées de haute activité pour l'irradiation de produits est progressivement remplacée par l'utilisation d'appareils électriques émettant des rayons X (voir point 1.3.1).

Lancement des enquêtes administratives

Le code de la santé publique prévoit que le responsable d'activité nucléaire autorise individuellement les personnes qui en ont besoin à accéder aux sources ou aux informations les protégeant contre la malveillance. Pour ce faire, il peut solliciter l'avis du Commandement spécialisé pour la sécurité nucléaire (CoSSeN). Ce service, à compétence nationale, relève du ministre chargé de l'énergie et du ministre de l'Intérieur; il est rattaché au directeur général de la gendarmerie nationale.

L'avis du CoSSeN résulte d'une enquête administrative destinée à vérifier que le comportement des personnes intéressées n'est pas incompatible avec les fonctions ou missions exercées, ou ne l'est pas devenu. L'enquête se fonde sur l'interrogation de fichiers de police et sur la réalisation, en cas d'inscription des personnes dans lesdits fichiers, de vérifications complémentaires. Les personnes concernées doivent être informées de cette enquête. Ses modalités sont encadrées par le code de la sécurité intérieure.

Ce dernier prévoit également la possibilité de mener une telle enquête sur le responsable d'activité nucléaire lui-même, dès lors que l'activité exercée est soumise au régime de l'autorisation. Sa réalisation permet de répondre à l'un des principes du code de conduite de l'AIEA sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives.

L'ASN estime qu'il ne serait pas cohérent qu'un responsable d'activité nucléaire puisse demander au CoSSeN de procéder à une enquête sur son personnel ou ses sous-traitants, et que ce responsable ne fasse pas lui-même l'objet d'une telle enquête dans la mesure où il contrôle les conditions d'exercice de l'activité nucléaire. Fin 2020, l'ASN a lancé une expérimentation en ce sens sur les responsables d'activités nucléaires qui sont soit des fournisseurs de sources radioactives scellées de catégories A, B ou C, soit des utilisateurs de telles sources en région Auvergne-Rhône-Alpes. La préparation de cette expérimentation a nécessité de nombreux contacts avec le CoSSeN.

À l'issue de cette expérimentation et une fois les éventuels ajustements nécessaires mis en place, l'ASN prévoit de faire réaliser une enquête sur les responsables d'activité nucléaire déjà autorisés, ainsi que lors du dépôt d'une demande initiale d'autorisation ou en cas de changement du responsable d'activité nucléaire (ou de son représentant, s'il s'agit d'une personne morale). Cette enquête sera reconduite à chaque demande de renouvellement de l'autorisation.

3.2.2 L'état de la radioprotection

Hors INB, l'ASN a effectué, de 2018 à 2020, 19 inspections (dont 3 en 2020) dans ce secteur, sur les 25 établissements actuellement autorisés. Il ressort de ces contrôles que l'organisation de la radioprotection (notamment la désignation d'un conseiller en radioprotection), le zonage mis en place chez les exploitants inspectés, l'information des nouveaux arrivants et le renouvellement des vérifications sont satisfaisants, aucun écart réglementaire significatif n'ayant été constaté. Le risque est bien maîtrisé, notamment grâce à des installations qui sont correctement vérifiées, entretenues et maintenues conformes aux dispositions prévues dans les dossiers déposés lors des demandes d'autorisation.

Toutefois, l'ASN a fait le constat, lors d'une inspection sur cinq, que la vérification des systèmes de sécurité devait être améliorée. De plus, les constats relatifs au contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance sont valables dans ce secteur. Ainsi, l'ASN a constaté que les autorisations individuelles d'accès aux sources n'ont été correctement établies que dans moins d'un établissement inspecté sur deux.

3.3 Les accélérateurs de particules

3.3.1 Les équipements utilisés

Un accélérateur de particules est défini comme étant un appareillage ou une installation dans lequel des particules chargées électriquement sont soumises à une accélération, émettant des rayonnements ionisants d'une énergie supérieure à 1 mégaelectronvolt (MeV).

Ces installations, lorsqu'elles répondent aux caractéristiques visées à l'article R. 593-3 du code de l'environnement relatif à la nomenclature des INB, sont répertoriées en tant qu'INB.

Certaines applications nécessitent le recours à des faisceaux de photons ou d'électrons produits par des accélérateurs de particules. Le parc d'accélérateurs de particules, qu'ils se présentent sous forme linéaire (linacs) ou circulaire (synchrotrons), comprend en France 64 établissements autorisés⁽¹⁾ (hors cyclotrons – voir point 4.2 – et hors INB), détenant un peu plus d'une centaine d'accélérateurs de particules, qui peuvent être utilisées dans des domaines très divers, tels que :

- la recherche, pouvant nécessiter parfois le couplage de plusieurs machines (accélérateur, implanteur, etc.);
- la radiographie (accélérateur fixe ou mobile);
- la radioscopie de camions et de conteneurs lors des contrôles douaniers (accélérateurs fixes ou mobiles);
- la modification des propriétés des matériaux;
- la stérilisation;
- la conservation de produits alimentaires;
- autres.

Dans le domaine de la recherche, on peut citer deux installations de production de rayonnement synchrotron en France: l'ESRF (*European Synchrotron Radiation Facility*) de Grenoble et le synchrotron Soleil (Source optimisée de lumière d'énergie intermédiaire de Lure) à Gif-sur-Yvette.

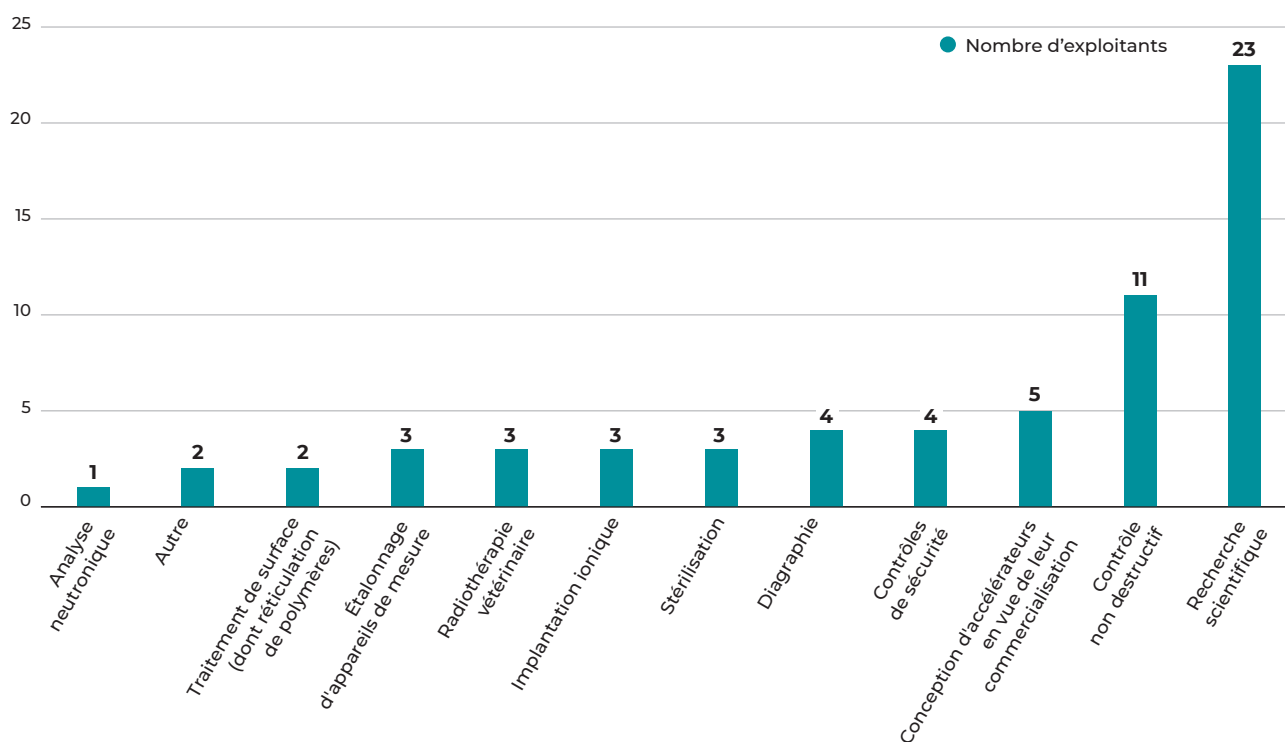
Depuis quelques années, des accélérateurs de particules sont utilisés en France pour la lutte contre la fraude et les grands trafics internationaux. Cette technologie, jugée efficace par les opérateurs, doit cependant être mise en œuvre sous certaines conditions afin de respecter les règles de radioprotection applicables aux travailleurs et au public, en particulier :

- l'interdiction d'activation des produits de construction, des biens de consommation et des denrées alimentaires prévue par l'article R. 1333-2 du code de la santé publique, en veillant à ce que l'énergie maximale des particules émises par les

1. Auxquels s'ajoutent 6 autorisations d'utilisation d'un accélérateur, soit en conditions de chantiers, soit pour une utilisation partagée d'un équipement dont la détention est réglementée par l'autorisation de l'autre partie.

GRAPHIQUE 10

Répartition des accélérateurs de particules par finalité d'utilisation



accélérateurs mise en œuvre exclue tout risque d'activation des matières contrôlées;

- l'interdiction d'usage des rayonnements ionisants sur le corps humain à d'autres fins que médicales;
- la mise en place de procédures permettant de s'assurer que les contrôles opérés sur les marchandises ou les véhicules de transport ne conduisent pas à une exposition accidentelle de travailleurs ou de personnes. La recherche de migrants clandestins dans les véhicules de transport au moyen de technologies ionisantes est ainsi interdite en France. Lors de contrôles de type douanier par technologie scanner sur les camions, par exemple, les chauffeurs doivent être tenus éloignés du camion et d'autres contrôles doivent être mis en place avant l'irradiation pour détecter l'éventuelle présence de migrants clandestins, afin d'éviter une exposition non justifiée de personnes pendant le contrôle.

Les synchrotrons

De la même famille d'accélérateurs circulaires de particules que les cyclotrons (voir point 4.2), le synchrotron, de taille beaucoup plus importante, permet d'atteindre des énergies de plusieurs gigaélectronvolts à l'aide d'accélérateurs successifs. En raison de la faible masse des particules (généralement des électrons), l'accélération occasionnée par la courbure de leur trajectoire dans un anneau de stockage produit une onde électromagnétique lorsque les vitesses atteintes deviennent relativistes: le rayonnement synchrotron. Ce rayonnement est collecté à différents endroits, appelés les «lignes de lumière», et est utilisé pour mener des expériences scientifiques.

3.3.2 L'état de la radioprotection

L'utilisation d'accélérateurs de particules présente des enjeux importants pour la radioprotection des travailleurs; ces installations font l'objet d'une attention particulière de l'ASN et sont donc régulièrement inspectées. En 2018, l'ASN a mis en place des indicateurs d'inspection spécifiques aux accélérateurs de particules, qui permettent désormais de mieux évaluer, à l'échelle nationale et sur la base de critères communs, l'état de la radioprotection dans ce secteur d'activité.

Entre 2018 et 2020, 38 (dont 12 en 2020) établissements équipés de ces appareils ont été contrôlés par l'ASN.

L'état de la radioprotection dans les établissements utilisant ces équipements est jugé globalement satisfaisant par l'ASN. En effet, les principales exigences permettant de mener cette activité dans de bonnes conditions de radioprotection (organisation de la radioprotection, information et formation, vérifications techniques et conception des locaux dans lesquels sont utilisés ces appareils) sont convenablement mises en œuvre par la grande majorité des exploitants concernés.

Cependant, ces inspections ont également permis d'identifier des axes d'amélioration sur lesquels l'ASN restera vigilante:

- le respect de la fréquence imposée par la réglementation pour les vérifications techniques des équipements de travail (qui sont réalisées, en l'état actuel de la réglementation, par des organismes agréés par l'ASN) ainsi que le traitement formalisé des non-conformités qui peuvent être décelées à cette occasion;
- la présence d'un dispositif de déverrouillage actionnable depuis l'intérieur des locaux dans lesquels sont utilisés des accélérateurs de particules;
- le bon fonctionnement du signal sonore associé à la procédure de ronde, cette dernière permettant de s'assurer de l'absence de personnes dans le local avant de pouvoir autoriser l'émission de rayonnements ionisants;

Les activités de recherche

L'utilisation de rayonnements ionisants dans les activités de recherche s'étend dans les différents domaines que sont la recherche médicale, la biologie moléculaire, l'agroalimentaire, la caractérisation de matériaux, etc. Elle s'exerce en majorité par l'emploi de sources non scellées (iode-125, phosphore-32, phosphore-33, soufre-35, tritium, carbone-14, etc.). Des sources scellées (barium-133, nickel-63, césium-137, cobalt-60, etc.) sont également utilisées dans des chromatographes en phase gazeuse ou des compteurs à scintillation ou, avec des sources de plus fortes activités, dans des irradiateurs. Des générateurs électriques émettant des rayons X servent à des analyses de spectre par fluorescence X ou par diffraction X. Par ailleurs, on note l'existence de scanners pour petits animaux (recherche en cancérologie) dans des laboratoires de recherche et de facultés de médecine. Les accélérateurs de particules, quant à eux, sont utilisés pour des recherches sur la matière ou pour la fabrication des radionucléides.

- la disponibilité d'un nombre suffisant d'appareils de mesure de la radioactivité pour les opérateurs qui accèdent dans ces locaux.

Enfin, en ce qui concerne le retour d'expérience, aucun événement significatif de radioprotection n'a été déclaré à l'ASN en 2020, hormis des événements récurrents liés à l'utilisation d'accélérateurs de particules lors de contrôles sécuritaires. Lors de ces contrôles, les services des douanes prennent des précautions (la diffusion de messages d'information en plusieurs langues, par exemple) pour éviter l'irradiation non justifiée de personnes qui pourraient être dissimulées dans ces véhicules (voir point 3.3.1). Malgré ces dispositions, les services des douanes déclarent régulièrement à l'ASN des événements liés à l'exposition de personnes dissimulées dans les véhicules contrôlés. Cette exposition, bien que non justifiée, demeure néanmoins très faible, avec des doses efficaces reçues de l'ordre de quelques microsieverts par personne.

3.4 Les activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées

3.4.1 Les équipements utilisés

Dans le secteur de la recherche, l'ASN dénombrait, au 31 décembre 2020, 657 autorisations délivrées au titre du code de la santé publique, dont près de 90% délivrées à des structures publiques ou mixtes (publiques/privées). Le nombre d'autorisations est en diminution constante depuis 5 ans puisqu'une dizaine d'autorisations est abrogée en moyenne chaque année. Cette réduction s'explique essentiellement par deux facteurs : soit la cessation d'utilisation de sources de rayonnements ionisants au profit de technologies alternatives non ionisantes (le marquage cellulaire par immunofluorescence⁽²⁾, exemple), soit le regroupement des autorisations de plusieurs laboratoires en une seule autorisation dont le responsable d'activité nucléaire est généralement le directeur de la nouvelle structure créée. Depuis début 2019 s'ajoute également le passage de certaines activités nucléaires du régime d'autorisation au régime de déclaration

(voir point 2.4.2). Cette diminution devrait se poursuivre dans les années à venir, avec l'entrée en vigueur du nouveau régime d'enregistrement : certaines activités nucléaires du secteur de la recherche bénéficieront de ce régime. Ces établissements et laboratoires utilisent majoritairement des sources non scellées pour la recherche médicale et biomédicale, la biologie moléculaire, l'agroalimentaire, les sciences de la matière et des matériaux, etc. Ils peuvent par ailleurs être des fournisseurs de sources non scellées. Ils utilisent aussi des sources scellées pour la réalisation de chromatographies en phase gazeuse, de comptages par scintillation ou dans des irradiateurs. Des générateurs électriques émettant des rayons X sont aussi mis en œuvre pour des analyses de spectre par fluorescence X ou par diffraction X. Les accélérateurs de particules, quant à eux, sont utilisés pour des recherches sur la matière ou pour la fabrication des radionucléides.

3.4.2 L'état de la radioprotection

En 2020, l'ASN a procédé à 43 inspections dans ce secteur⁽³⁾ (49 inspections réalisées par an en moyenne sur la période de 2018-2020). Certaines inspections programmées en 2020, jugées non prioritaires, ont été reportées à 2021 en raison des conséquences de la crise sanitaire. De manière générale, il ressort que les actions engagées depuis plusieurs années ont permis des améliorations dans la mise en œuvre de la radioprotection au sein des laboratoires de recherche, grâce à une prise de conscience globale des enjeux de radioprotection.

Parmi les progrès constatés, l'ASN souligne une grande implication des conseillers en radioprotection (CRP) en interaction avec les équipes de recherche, permettant ainsi une meilleure prise en compte de la radioprotection, notamment lors des manipulations mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants.

Les autres améliorations marquantes, déjà constatées lors des exercices précédents, concernent les conditions d'entreposage et d'élimination des déchets et des effluents, notamment la mise en place de procédures de contrôle avant leur élimination. Néanmoins, la prise en compte de ce sujet reste contrastée suivant les exploitants et il demeure un point de vigilance particulièrement prégnant dans les universités qui ont historiquement entreposé leurs sources radioactives scellées périmées et leurs déchets contaminés par des radionucléides, parfois sur de très longues durées, au lieu de les évacuer régulièrement, ce qui aujourd'hui pose deux difficultés principales :

- face à leur diversité, la reprise des déchets radioactifs et des sources radioactives périmées ne peut s'effectuer qu'après une identification et une caractérisation précise ;
- cette reprise, auquel s'ajoute le cas échéant la caractérisation préalable, a un coût financier important qui n'a souvent été ni anticipé ni budgété.

Les difficultés techniques, économiques et réglementaires concernant l'élimination d'anciennes sources scellées perdurent, malgré l'entrée en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2015 du [décret n° 2015-231 du 27 février 2015](#) relatif à la gestion des sources radioactives scellées usagées. En effet, ce texte, qui a pour objectif de faciliter l'élimination des sources scellées, ouvre la possibilité aux détenteurs de sources de rechercher différentes filières d'élimination auprès des fournisseurs de sources ou de l'Andra, sans imposer la restitution de la source au fournisseur d'origine.

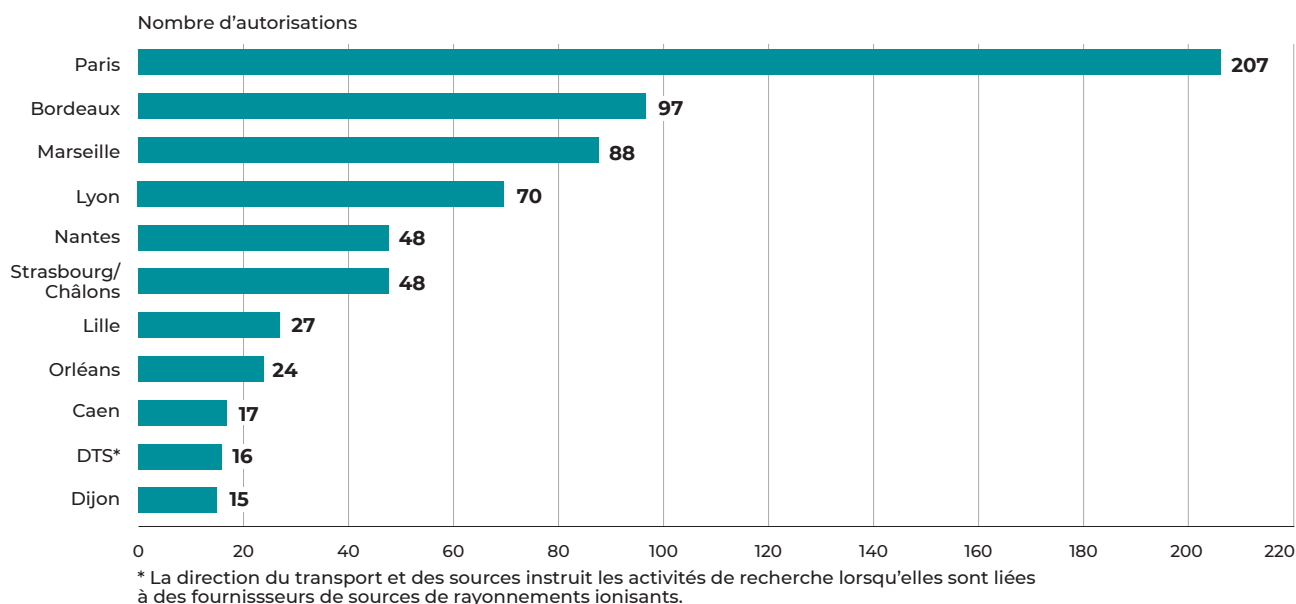
L'ASN a par ailleurs identifié des axes de progrès, qui resteront des points de vigilance lors des prochaines inspections, notamment

2. L'immunofluorescence est une technique d'immunomarquage qui utilise des anticorps et des fluorochromes.

3. Parmi ces inspections, six concernaient exclusivement la mise en œuvre de sources radioactives scellées ou d'appareils émettant des rayons X.

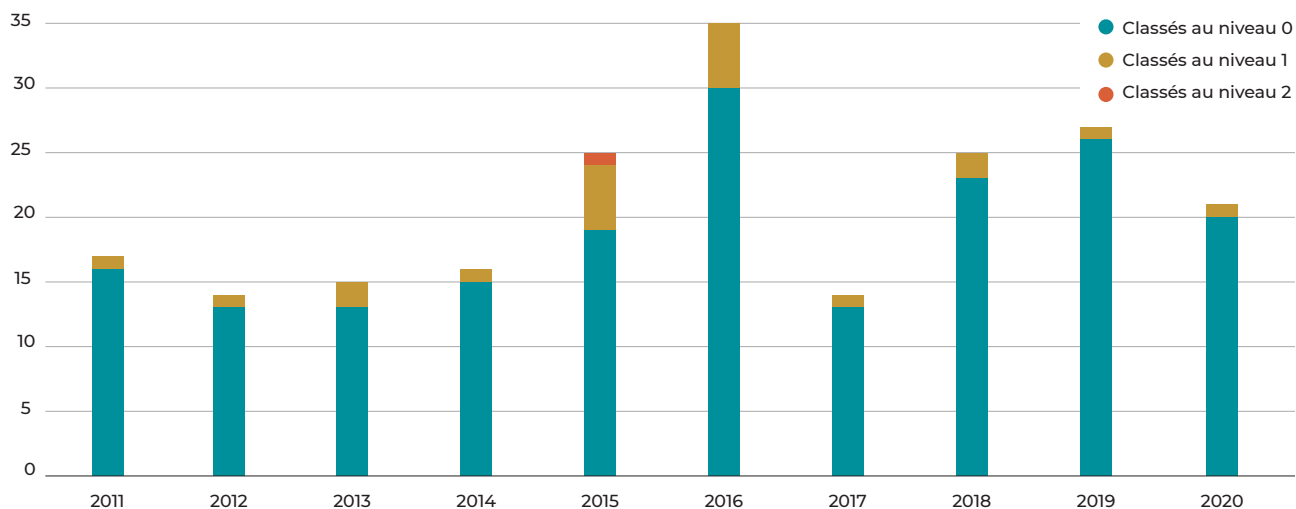
GRAPHIQUE 11

Répartition sur le territoire national, selon l'entité ASN compétente, des établissements autorisés à mettre en œuvre des sources radioactives non scellées dans le domaine de la recherche en 2020



GRAPHIQUE 12

Évolution du nombre d'événements déclarés à l'ASN dans le secteur de la recherche



l'évaluation individuelle de dose, qui reste incomplète, et le classement des personnes travaillant sous rayonnements ionisants, qui est en général surévalué par les employeurs. Cela reste toutefois sans conséquence sur la santé des travailleurs. La définition ou la mise à jour du zonage radiologique doit également être améliorée, notamment par la prise en compte des activités réelles détenues ou utilisées et la réalisation des vérifications périodiques de l'ambiance radiologique.

Pour ce qui est de la mise en place systématique de systèmes d'enregistrements et d'analyse des événements indésirables et des événements significatifs de radioprotection (ESR), sujet qui était un point d'attention lors des bilans précédents, celle-ci a continué à s'améliorer en 2020. En effet, parmi les structures ayant fait l'objet d'une inspection, seules 10% d'entre elles ne disposent toujours pas d'un système d'enregistrement, contre 27% en 2019.

En 2020, l'ASN a enregistré 21 ESR concernant les activités de recherche (voir graphique 12).

Les ESR déclarés sont principalement de trois types :

- la découverte de sources (48 %) ;
- la perte de sources (10 %) ;
- la perte de l'intégrité de sources radioactives scellées (10 %).

Les découvertes et pertes de sources s'expliquent notamment par une mauvaise traçabilité générale : cela résulte souvent d'une absence d'action visant à leur élimination au moment de la cessation d'activité des laboratoires, ou d'une tenue irrégulière et incomplète des inventaires de sources.

Les rares cas des pertes d'intégrité de sources radioactives scellées sont notamment liés à des lacunes dans la réalisation de vérifications internes complètes de radioprotection (en particulier les contrôles de non contamination), au respect de la fréquence

de vérification requise et à la bonne traçabilité des résultats. Ces événements n'ont pas eu de conséquence notable sur le personnel ou les installations concernées. Des solutions de reprises de sources par les fournisseurs initiaux sont en cours d'étude.

Enfin, l'ASN poursuit également sa collaboration avec l'inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la

recherche, compétente en matière d'inspection du travail dans le secteur de la recherche publique. Une convention, signée en 2014, prévoit l'échange d'informations réciproques, permettant d'améliorer l'efficacité et la complémentarité des inspections. Une rencontre annuelle permet de faire le point sur le fonctionnement de cette collaboration.

4. Les fabricants et distributeurs de sources radioactives et leur contrôle par l'ASN

4.1 Les enjeux

Le contrôle par l'ASN des [fournisseurs de sources](#) radioactives ou d'appareils en contenant a pour but la radioprotection des futurs utilisateurs. Il repose, d'une part, sur l'examen technique des appareils et sources sous l'angle de la sûreté du fonctionnement et des conditions de radioprotection pour l'utilisation et la maintenance futures. Il permet d'assurer, d'autre part, le suivi des mouvements de sources, la récupération et l'élimination des sources usagées ou en fin de vie. Les fournisseurs de sources ont également un rôle pédagogique vis-à-vis des utilisateurs.

À l'heure actuelle, seuls les fournisseurs de sources radioactives scellées (ou d'appareils en contenant) et de sources radioactives non scellées sont réglementés en France (voir point 2.3.1). L'ASN recense environ 150 fournisseurs à enjeux, dont 34 cyclotrons de basse et moyenne énergie, qui sont actuellement autorisés au titre du code de la santé publique.

4.2 Les cyclotrons

Fonctionnement

Au 31 décembre 2020, 4 cyclotrons étaient « en veille » et 30 cyclotrons étaient en fonctionnement. Parmi ces derniers, 16 sont utilisés exclusivement pour la production quotidienne de médicaments radiopharmaceutiques, 7 sont utilisés à des fins de recherche et 7 sont utilisés pour un usage mixte de production et de recherche.

En 2020, l'exploitation des 7 cyclotrons (dont 1 en veille) de CIS bio international a été transférée aux Laboratoires Cyclopharma, qui en exploitaient déjà 9 (dont 3 en état de veille). Ces 16 cyclotrons sont désormais gérés par une organisation unique sous le nom de Curium PET France, parmi lesquels 5 cyclotrons ont une utilisation mixte et 7 ont une finalité unique de production de radiopharmaceutiques.

Un ralentissement de l'activité de production des cyclotrons, notamment celle de fluor-18, a été observé au cours du premier semestre 2020 en raison de la crise sanitaire, qui a entraîné une diminution des demandes d'examen d'imagerie médicale.

L'évaluation de la radioprotection dans le domaine des cyclotrons

Dans ce domaine, l'ASN exerce sa mission de contrôle depuis début 2010 ; chaque nouvelle installation ou toute modification importante d'une installation existante fait l'objet d'une instruction complète par l'ASN. Les principaux enjeux de radioprotection sur ces installations doivent être pris en compte dès la conception. L'application des normes, en particulier la norme NF M 62105 « Accélérateurs industriels : installations », ISO 106482 « Enceintes de confinement » et ISO 17873 « Système de ventilation des installations nucléaires », garantit une utilisation sécurisée des équipements et permet une réduction importante des risques.

Les établissements disposant d'un cyclotron et fabriquant des radionucléides et des produits en contenant sont soumis à des limites de rejets d'effluents gazeux fixées dans leur autorisation. Les niveaux de rejets dépendent des fréquences et des types de production réalisés.

Afin de diminuer au maximum l'activité rejetée en sortie de cheminée, des systèmes de filtration et de piégeage des effluents gazeux sont installés dans les enceintes de production et dans les réseaux d'extraction des installations. Certains exploitants ont également mis en place des systèmes de récupération des gaz pour décroissance avant leur rejet, installés au plus près des enceintes blindées, permettant une diminution notable des activités rejetées dans l'environnement.

De ce fait, les niveaux d'activités rejetées et la faible période des radionucléides rejetés sous forme gazeuse conduisent à une absence d'impact significatif sur le public et l'environnement.

L'ASN poursuit, avec l'IRSN, une étude engagée en 2016 sur les rejets gazeux émis dans l'environnement par ces installations. Les conclusions des premiers travaux, qui ont impliqué à la fois l'IRSN et les exploitants, ont permis d'établir en 2018 une doctrine en matière de rejets d'effluents gazeux dont les points saillants feront l'objet d'un projet de texte réglementaire. En parallèle, de nouvelles évaluations de l'impact de rejets des installations situées à proximité d'habitations ont été réalisées, pour certains établissements, au moyen d'outils de modélisation mieux adaptés aux champs proches. Ces travaux se poursuivront dans les années à venir.

L'ASN réalise une dizaine d'inspections dans ce type d'établissements chaque année (cinq en 2020). Les aspects liés à la radioprotection, à la sécurité d'utilisation ainsi qu'au bon fonctionnement des cyclotrons et des plateformes de production font l'objet d'une attention particulière lors des inspections. Le champ des inspections réalisées inclut, outre les éléments relatifs à la radioprotection, la gestion des événements internes, le suivi et la maintenance des équipements de production, le contrôle des systèmes de surveillance et d'asservissement ainsi que les bilans des rejets gazeux. Ces établissements disposent d'une organisation de la radioprotection satisfaisante et d'une bonne connaissance de la réglementation. Des plans d'action nationaux sont mis en place par les exploitants et sont suivis par l'ASN, dans l'objectif d'une amélioration continue de la radioprotection et de la sécurité de ces installations.

Quatorze ESR ont été déclarés en 2020 par les exploitants de cyclotrons. Aucun de ces événements n'a conduit à des expositions significatives des travailleurs ou du public. La majeure partie de ces événements (huit) concernait des livraisons de produits non commandés par le service de médecine nucléaire client, souvent en raison de l'annulation ou de la modification tardives de certains examens d'imagerie médicale au cours de la crise sanitaire, annulation ou modification qui n'avaient pu être traitées à temps par le service de planification de l'exploitant. Ces derniers

Les cyclotrons

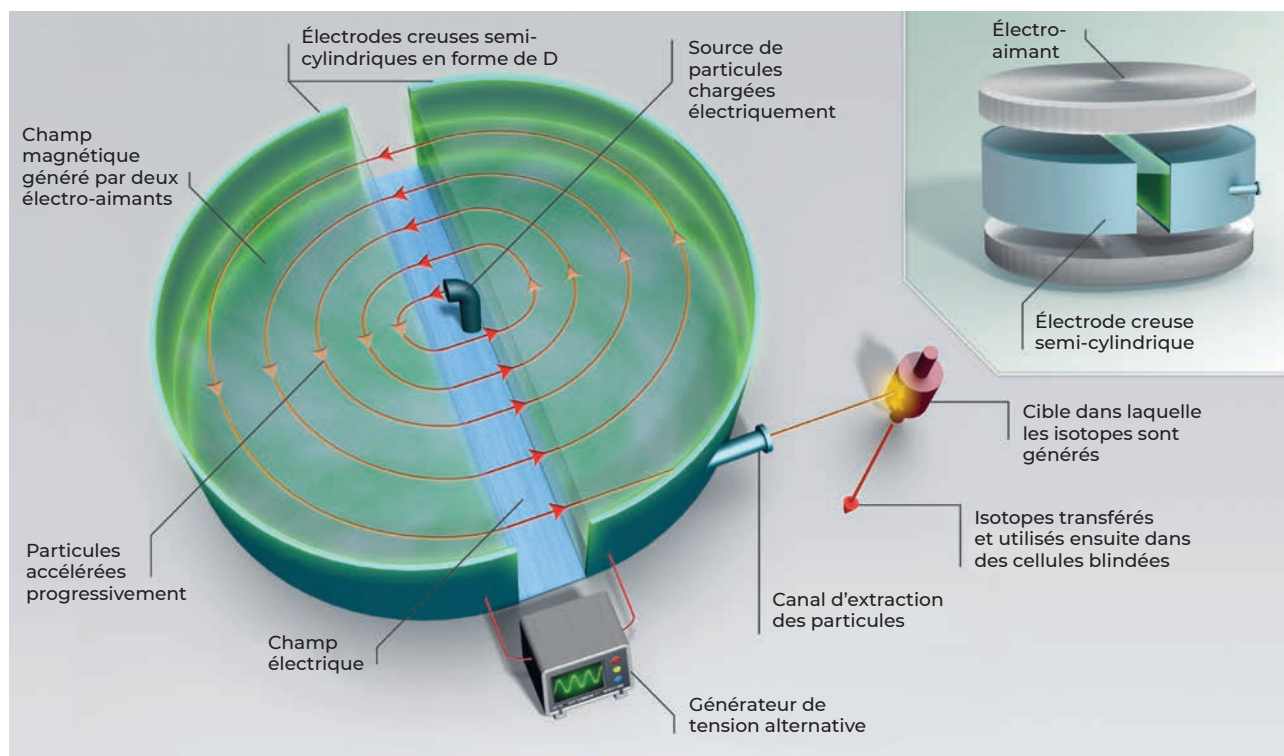
Un cyclotron est un équipement de 1,5 à 4 mètres de diamètre, appartenant à la famille des accélérateurs circulaires de particules. Les particules accélérées sont principalement des protons, dont l'énergie peut atteindre jusqu'à 70 mégaelectronvolts (MeV). Un cyclotron est composé de deux électro-aimants circulaires produisant un champ magnétique et entre lesquels règne un champ électrique, permettant la rotation et l'accélération des particules à chaque tour effectué. Les particules accélérées viennent frapper une cible qui va être activée et produire des radionucléides.

Les cyclotrons de basse et moyenne énergie sont principalement utilisés en recherche et dans l'industrie pharmaceutique pour fabriquer des radionucléides émetteurs de positons, tels que le fluor-18 ou le carbone-11. Les radionucléides sont ensuite combinés à des molécules plus ou moins complexes pour devenir des médicaments radiopharmaceutiques utilisés en imagerie médicale. Le plus connu est le ¹⁸F-FDG (fluorodésoxyglucose marqué au fluor-18), médicament injectable fabriqué industriellement et couramment utilisé pour le diagnostic précoce de certains cancers.

D'autres médicaments radiopharmaceutiques fabriqués à partir de fluor-18 ont également été développés ces dernières années, tels que la ¹⁸F-choline, le ¹⁸F-Na, la ¹⁸F-DOPA et d'autres radiopharmaceutiques pour l'exploration du cerveau. Dans une moindre mesure, les autres émetteurs de positons pouvant être fabriqués avec un cyclotron d'une gamme d'énergie équivalente à celle nécessaire pour la production du fluor-18 et du carbone-11 sont l'oxygène-15 et l'azote-13. Toutefois, leur utilisation est encore limitée, du fait de leur période très courte.

Les ordres de grandeur des activités mises en jeu pour le fluor-18 habituellement rencontrés dans les établissements pharmaceutiques varient de 30 à 500 gigabecquerels (GBq) par tir de production. Les radionucléides émetteurs de positons fabriqués dans le cadre de la recherche mettent en jeu, quant à eux, des activités limitées, en général, à quelques dizaines de gigabecquerels.

Schéma simplifié de fonctionnement d'un cyclotron

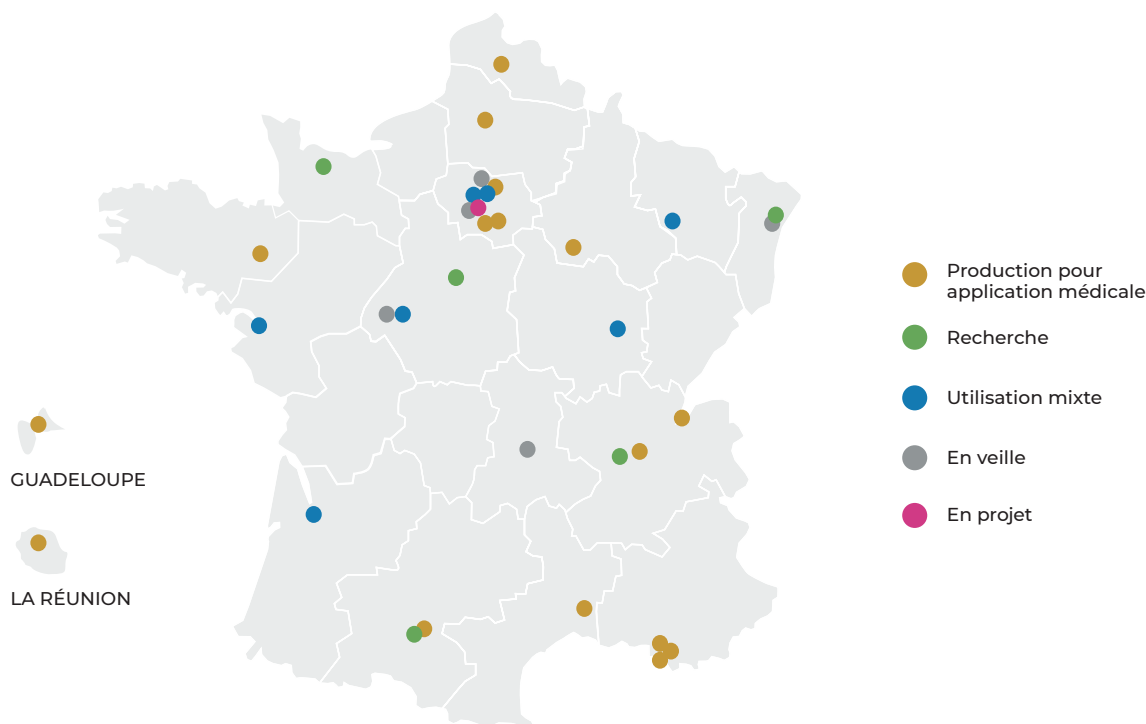


ont modifié leurs organisations pour permettre une meilleure gestion des informations tardives relatives aux commandes.

Il existe des disparités dans les moyens techniques et organisationnels mis en œuvre par les exploitants, en fonction de l'ancienneté des installations et de la nature des activités réalisées (recherche ou production industrielle). Le retour d'expérience dans ce domaine a conduit l'ASN à rédiger, avec

l'appui de l'IRSN, un projet de texte réglementaire sur les règles techniques de conception et d'exploitation applicables aux établissements produisant des radionucléides au moyen d'un cyclotron. Ce projet de texte a fait l'objet d'une consultation des parties prenantes en 2016. Une nouvelle version a été élaborée en 2018, prenant en compte les observations reçues et incluant des chapitres supplémentaires sur la maîtrise et

Implantation des cyclotrons en France



le suivi des rejets d'effluents gazeux. Cette seconde version a fait l'objet d'une nouvelle consultation des parties prenantes en 2019. L'élaboration de ce projet de texte se poursuivra en 2021, en tenant compte des échanges réalisés avec la DGT courant 2019 et des éléments apportés par l'IRSN en 2020 afin de bâtir un référentiel réglementaire unique pour l'ensemble du secteur d'activité concerné. Les principales conclusions de ces travaux réglementaires sont d'ores et déjà utilisées dans le cadre de l'instruction des dossiers de demande d'autorisation, afin d'inclure des prescriptions individuelles adaptées dans les décisions individuelles d'autorisation.

4.3 Les autres fournisseurs de sources

L'évaluation de la radioprotection

Les fournisseurs de sources radioactives, hors cyclotrons, proposent des solutions techniques dans les divers domaines de l'industrie, du secteur médical ou de la recherche. Il peut s'agir de fabricants de sources « nues » ou d'appareils contenant des sources radioactives scellées, de fabricants de sources non scellées ou bien de distributeurs qui importent des sources provenant de l'étranger. Dans tous les cas, l'ASN instruit les dossiers de demande d'autorisation des sources que ces fournisseurs souhaitent distribuer sur le territoire français.

En 2020, hors cyclotrons, 22 inspections ont été réalisées (dont 5 à distance⁽⁴⁾) chez des fabricants/distributeurs de sources scellées ou non scellées, des établissements impliqués dans le démantèlement et le reconditionnement de détecteurs de fumée à chambre d'ionisation, des sociétés assurant la récupération de paratonnerres et celles assurant la fabrication et l'installation de générateurs X (bien que n'étant pas encore soumis à une autorisation de distribution, ces équipements sont réglementés en utilisation, incluant ainsi les opérations de mise en service et de

maintenance réalisées par les entreprises les commercialisant). En complément de ce qui était fait jusqu'ici, cinq des 22 inspections réalisées ont porté sur des thématiques prioritaires autres que la fourniture de sources (recherche de fraude, sécurité des sources, maintenance/expertise d'appareils contenant des sources radioactives scellées). Enfin, une partie de ces inspections (trois) a porté sur des établissements étrangers distribuant des sources de rayonnements ionisants sur le territoire français.

Ces inspections ont permis de contrôler environ un quart des établissements à enjeux sur la base d'indicateurs spécifiques, notamment liés aux responsabilités des fournisseurs en matière de suivi des sources et de reprise des sources radioactives scellées auprès des utilisateurs pour en assurer une élimination conforme aux enjeux de radioprotection de la population et de l'environnement.

L'état de la radioprotection lié à l'activité de distribution de radionucléides est jugé globalement satisfaisant par l'ASN. En effet, les principales exigences et responsabilités qui incombent aux fournisseurs (vérifications nécessaires à la distribution, vérifications techniques des sources distribuées, mise en place des flux de reprise, transmission des informations à l'IRSN) sont convenablement mises en œuvre par la grande majorité d'entre eux. Ces inspections ont également permis de sensibiliser les fournisseurs de sources aux évolutions réglementaires à venir, notamment celles relatives à la prise en compte de la protection des sources radioactives qu'ils détiennent ou qu'ils s'approprient à distribuer, contre les actes de malveillance.

Cependant, ces inspections et l'analyse des déclarations d'événements significatifs ont également permis d'identifier des points de vigilance, parmi lesquels :

- la capacité des fournisseurs à suivre de manière complète et exhaustive les sources radioactives scellées, depuis leur

4. Les inspections à distance ont été menées sur des fournisseurs ne détenant pas de stock physique de sources.

distribution jusqu'à leur reprise en fin de vie. En effet, le suivi est souvent incomplet et l'identification des sources qui sont ou vont être considérées comme périmées (10 ans à compter de la date du premier enregistrement figurant sur le formulaire de fourniture) n'est pas suffisamment anticipée, ce qui ralentit la fluidité des opérations de reprise;

- la réalisation systématique des vérifications en amont des livraisons. Ces vérifications, pour lesquelles le fournisseur doit mettre en place une organisation adaptée (par des

blocages informatiques ou des vérifications au cours de la préparation « physique » de la commande), incluent notamment la vérification de l'existence d'une autorisation (ou d'une déclaration) permettant de détenir la source concernée et la vérification du fait que la livraison d'une source n'induit pas à elle seule, compte tenu des autres sources déjà livrées par le fournisseur, de dépassement des limites de l'autorisation du client.

5. Conclusion et perspectives

La mise en œuvre des nouveaux régimes administratifs encadrant les activités nucléaires

En 2020, dans l'objectif de renforcer l'approche graduée du contrôle et sur la base d'une nomenclature de classement des différentes catégories d'activités nucléaires mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants, l'ASN a achevé l'élaboration des décisions relatives au régime d'enregistrement cadré par les évolutions réglementaires survenues mi-2018 (décret n° 2018-434 du 4 juin 2018). Dans la perspective de l'entrée en vigueur de ce nouveau régime mi-2021, l'ASN achèvera le développement du service de télé-enregistrement qui sera disponible sur son site Internet et réalisera l'information des professionnels.

Par ailleurs, afin de finaliser l'ensemble du dispositif de refonte des régimes du code de la santé publique, l'ASN engagera le processus de mise à jour de la décision relative aux activités nucléaires soumises au régime d'autorisation; cette mise à jour inclura le volet relatif à la distribution des appareils électriques émettant des rayonnements X. Par ailleurs, elle poursuivra ses actions visant à actualiser le dispositif réglementaire relatif aux détecteurs de fumée à chambre d'ionisation au-delà de décembre 2021.

Enfin, en lien avec la DGT, l'ASN travaillera à l'actualisation du cadre réglementaire concernant les règles techniques de conception et les procédures de certification des appareils de radiologie industrielle ([article R. 4312-1-3 du code du travail](#)).

Le contrôle de protection des sources radioactives contre les actes de malveillance

L'ASN a été désignée autorité de contrôle des dispositions visant à la protection des sources contre les actes de malveillance dans la majorité des installations. La publication du décret précité a permis l'entrée en vigueur, mi-2018, des premières dispositions en la matière: les responsables d'activités nucléaires doivent notamment autoriser individuellement l'accès aux sources les plus dangereuses, leur convoyage et l'accès aux informations les protégeant.

Ces premières dispositions en matière de protection contre les actes de malveillance ont fait l'objet de vérifications lors des inspections en 2019 et 2020. Les premières inspections ont permis de constater que cette thématique est mal connue des responsables d'activités nucléaires et donc encore peu prise en compte. Au-delà du fait qu'il s'agit de dispositions réglementaires nouvelles, les exploitants concernés doivent intégrer cette dimension nouvelle dans leur culture d'entreprise.

Une première étape marquante a eu lieu le 1^{er} janvier 2021, avec l'entrée en vigueur des dispositions organisationnelles prévues par l'arrêté du 29 novembre 2019. La direction de l'exploitant devra notamment définir et formaliser une politique de protection contre la malveillance qui sera mise en œuvre par le responsable d'activité nucléaire, à qui les ressources nécessaires seront déléguées pour ce faire.

Lors de l'instruction des demandes d'autorisation d'activité nucléaires, l'ASN s'assurera que les principales dispositions ont été mises en place, notamment en faisant évoluer le contenu des dossiers à produire à l'appui de ces demandes, ce qui devrait accélérer la prise de conscience et la prise en charge de ces nouvelles responsabilités par les exploitants. Concomitamment, lors de ses inspections, l'ASN élargira ses contrôles afin d'y inclure ces dispositions supplémentaires. Elle fera également œuvre de pédagogie pour sensibiliser ses interlocuteurs à ces évolutions, y compris en poursuivant sa communication ciblée et régulière à destination des professionnels concernés.

En interne, l'ASN poursuivra les actions qu'elle a engagées pour former ses agents à la prise en charge de cette nouvelle mission et mettre à disposition les outils communs (notamment guides d'inspection et d'instruction d'une demande d'autorisation).

CHAPITRE

09

LE TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES



1 Les flux de transport de substances radioactives P. 270

2 La réglementation encadrant les transports de substances radioactives P. 272

- 2.1 Les risques associés au transport de substances radioactives
- 2.2 Le principe de défense en profondeur
- 2.3 Les exigences assurant la robustesse des différents types de colis
 - 2.3.1 Les colis exceptés
 - 2.3.2 Les colis de type A et les colis industriels contenant des substances non fissiles
 - 2.3.3 Les colis de type B et les colis contenant des substances fissiles
 - 2.3.4 Les colis contenant de l'hexafluorure d'uranium
 - 2.3.5 Les colis de type C
- 2.4 Les exigences assurant la fiabilité des opérations de transport
 - 2.4.1 La radioprotection des travailleurs et du public
 - 2.4.2 La signalisation des colis et des véhicules
 - 2.4.3 Les responsabilités des différents acteurs du transport
- 2.5 La préparation à la gestion des situations d'urgence
- 2.6 La réglementation encadrant les opérations de transport à l'intérieur des périmètres des installations nucléaires

3 Rôles et responsabilités pour le contrôle du transport de substances radioactives P. 277

- 3.1 Le contrôle de la sûreté et de la radioprotection
- 3.2 La protection contre les actes de malveillance
- 3.3 Le contrôle du transport de marchandises dangereuses

4 L'action de l'ASN dans le domaine du transport de substances radioactives P. 278

- 4.1 Délivrer les certificats d'agrément et les approbations d'expédition
- 4.2 Contrôler toutes les étapes de la vie d'un colis
 - 4.2.1 Le contrôle de la fabrication des emballages
 - 4.2.2 Le contrôle de la maintenance des emballages
 - 4.2.3 Le contrôle des colis non soumis à agrément
 - 4.2.4 Le contrôle de l'expédition et du transport des colis
 - 4.2.5 Le contrôle de la préparation à la gestion des situations d'urgence
 - 4.2.6 L'analyse des événements relatifs au transport
- 4.3 Participer à l'élaboration de la réglementation applicable aux transports de substances radioactives
 - 4.3.1 Participation aux travaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique
 - 4.3.2 Participation à l'élaboration de la réglementation nationale
- 4.4 Contribuer à l'information du public
- 4.5 Participer aux relations internationales dans le domaine des transports
 - 4.5.1 Travaux de l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine des transports
 - 4.5.2 Relations bilatérales avec les homologues étrangères de l'ASN

Le transport de substances radioactives

Le [transport de substances radioactives](#) constitue un secteur particulier du transport de marchandises dangereuses, caractérisé par les risques liés à la radioactivité. Le champ du [contrôle de la sûreté](#) du transport de

substances radioactives couvre de nombreux domaines d'activité dans les secteurs industriels, médicaux et de la recherche. Il s'appuie sur une [réglementation internationale](#) exigeante.

1. Les flux de transport de substances radioactives

Les marchandises dangereuses susceptibles d'être transportées sont réparties par la réglementation en neuf « classes », en fonction de la nature du risque associé (par exemple : matières explosibles, toxiques, inflammables, etc.). La classe 7 correspond aux substances radioactives.

Le transport de substances radioactives se distingue par sa grande diversité. Les colis de substances radioactives peuvent peser de quelques centaines de grammes à plus de 100 tonnes et l'activité radiologique de leur contenu peut s'étendre de quelques milliers de becquerels à des milliards de milliards de becquerels pour les colis de combustibles nucléaires irradiés. Les enjeux de sûreté sont également très variés. La très grande majorité des colis présente individuellement des enjeux de sûreté limités, mais une faible part des colis présente de très forts enjeux de sûreté.

Environ 770 000 transports de substances radioactives ont lieu chaque année en France. Cela correspond à environ 980 000 colis de substances radioactives, ce qui représente quelques pourcents du total des colis de marchandises dangereuses transportés chaque année en France. La très grande majorité des transports sont effectués par route, mais quelques transports ont également lieu par voies ferrée, maritime et aérienne (voir tableau 1). Ces transports concernent trois secteurs d'activité : l'industrie non nucléaire, le secteur médical et l'industrie nucléaire (voir graphique 1).

Une majorité des colis transportés sont à destination de l'[industrie, ou de la recherche](#), non nucléaire : il s'agit le plus souvent d'appareils contenant des [sources radioactives](#) qui ne sont pas utilisés à poste fixe et doivent donc être transportés très fréquemment. On peut, par exemple, citer les appareils de détection de plomb dans les peintures, utilisés pour les diagnostics immobiliers, ou les appareils de gammagraphie utilisés pour détecter par radiographie des défauts dans les matériaux. Les déplacements vers les différents chantiers expliquent le très grand nombre de transports pour l'industrie non nucléaire. Les enjeux de sûreté sont très variables ; en effet, la source radioactive contenue dans les détecteurs de plomb a une très faible activité radiologique, alors que celle contenue dans les appareils de gammagraphie a une activité nettement plus élevée.

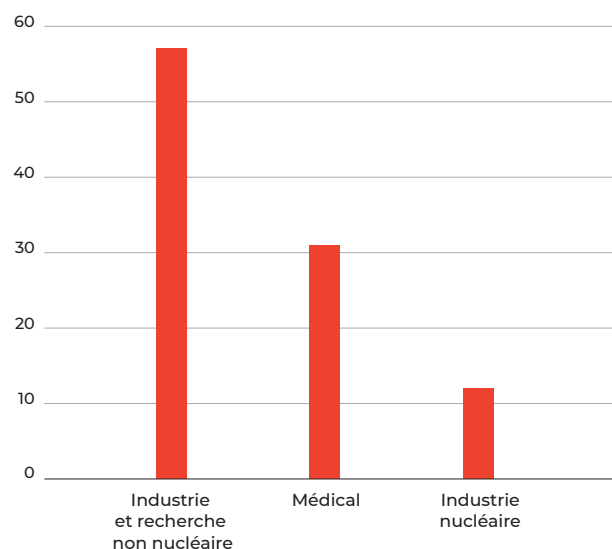
Environ un tiers des colis transportés sont utilisés dans le [secteur médical](#) : il s'agit de fournir les centres de soins en sources radioactives, par exemple des sources scellées utilisées en radiothérapie ou des produits radiopharmaceutiques, et d'évacuer les déchets radioactifs. L'activité des produits radiopharmaceutiques décroît rapidement (par exemple, la période radioactive du fluor-18 est proche de 2 heures). Par conséquent, ces produits doivent être très régulièrement acheminés vers les services de médecine nucléaire, ce qui occasionne un nombre élevé de transports, dont la bonne réalisation est critique pour la continuité des soins. La plupart de ces produits ont des activités faibles ; néanmoins, une petite proportion d'entre eux, comme

les sources utilisées en radiothérapie ou les sources irradiées servant à la production du technétium (utilisé en imagerie médicale), présente des enjeux de sûreté significatifs.

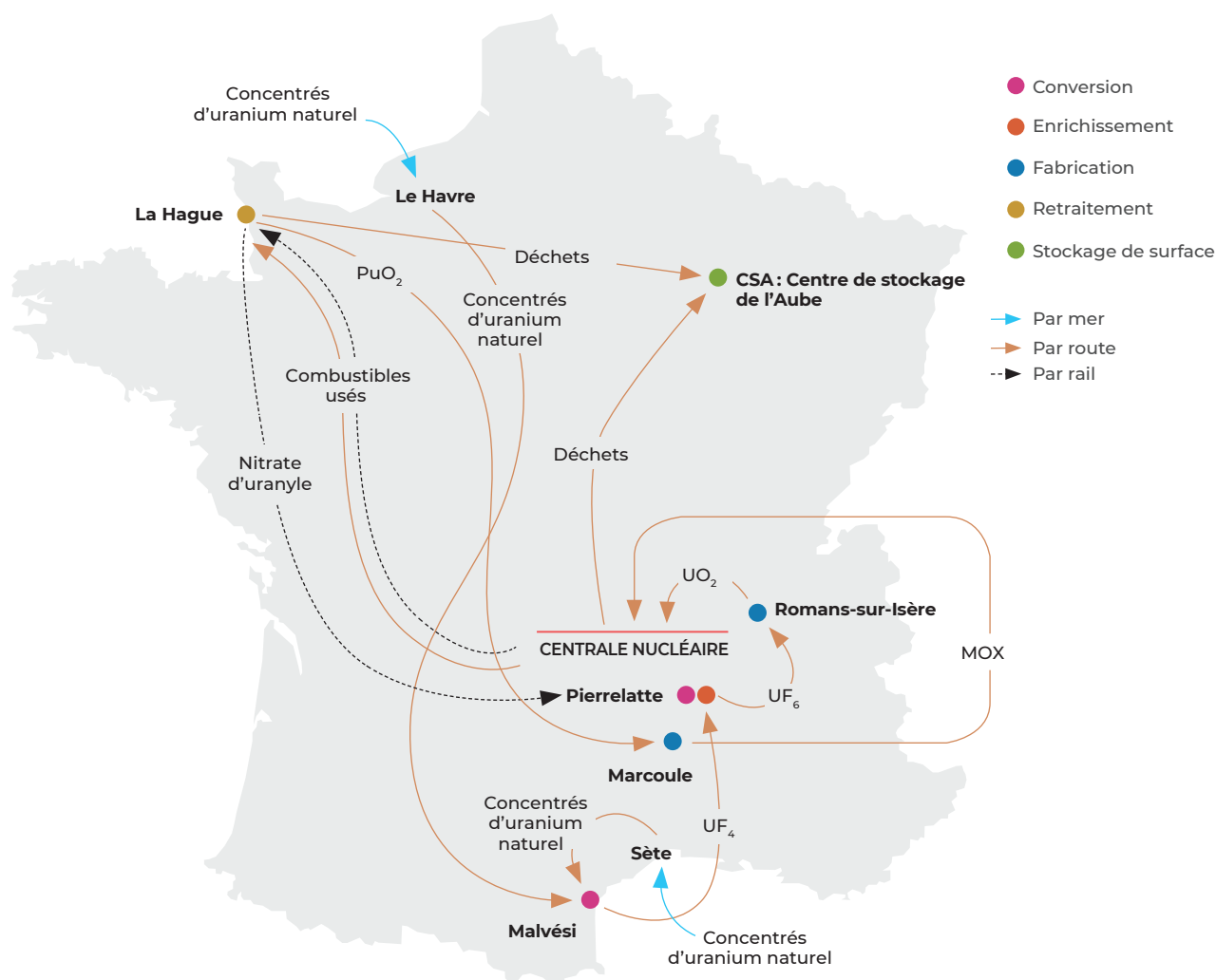
Enfin, 12% des colis transportés en France sont en lien avec l'[industrie nucléaire](#). Cela représente environ 19 000 transports annuels, pour 114 000 colis. Ces transports sont nécessaires au fonctionnement du « [cycle du combustible](#) », du fait de la répartition des différentes installations et des centrales nucléaires sur le territoire national (voir carte ci-après). Suivant l'étape du cycle, la forme physico-chimique et l'activité radiologique des substances varient fortement. Les transports à très forts enjeux de sûreté sont notamment les transports d'hexafluorure d'uranium (UF_6) enrichi ou non (dangereux notamment du fait des propriétés toxiques et corrosives du fluorure d'hydrogène formé par l' UF_6 au contact de l'eau), les évacuations de combustibles irradiés en direction de l'usine de retraitement de La Hague et les transports de certains déchets nucléaires. Parmi les transports liés à l'industrie nucléaire, on dénombre annuellement environ :

- 200 transports organisés pour acheminer les combustibles irradiés des centrales électronucléaires exploitées par EDF vers l'usine de retraitement [Orano de La Hague](#) ;
- une centaine de transports de plutonium sous forme d'oxyde entre l'usine de retraitement de La Hague et l'usine de production de combustible de [Melox](#), située dans le Gard ;

GRAPHIQUE 1
Proportion des colis transportés par domaine d'activité en %



Transports associés au « cycle du combustible » en France



- 250 transports d'UF₆ servant à la fabrication du combustible;
- 400 transports de combustible neuf à base d'uranium et une cinquantaine de transports de combustible neuf « MOX » (Mélange d'Oxydes) à base d'uranium et de plutonium;
- 2000 transports en provenance ou à destination de l'étranger ou transitant par la France, pour environ 58 000 colis transportés (colis de type industriel, A et B).

Les données statistiques présentées dans ce chapitre sont issues d'une étude menée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en 2012. Celle-ci s'appuie sur des informations collectées en 2011 auprès de tous les expéditeurs de substances radioactives (installations nucléaires de base – INB, laboratoires, hôpitaux, fournisseurs et utilisateurs de sources, etc.), ainsi que sur les rapports des conseillers à la sécurité des transports. Une synthèse est disponible sur asn.fr (rubrique Informer).

TABEAU 1
Répartition par mode de transport (chiffres arrondis)

ORDRE DE GRANDEUR DU NOMBRE DE COLIS ET DE TRANSPORTS		ROUTE	ROUTE ET AIR	ROUTE ET RAIL	ROUTE ET MER	ROUTE, MER ET RAIL	ROUTE, MER ET AIR
Colis agréés par l'ASN	Nombre de colis	18 000	1 300	460	1 900	0	0
	Nombre de transports	12 500	1 250	380	390	0	0
Colis non soumis à l'agrément de l'ASN	Nombre de colis	870 000	47 000	2 900	6 800	34 500	5 300
	Nombre de transports	740 000	21 000	530	910	80	5 300

2. La réglementation encadrant les transports de substances radioactives

Étant donné que les transports peuvent franchir les frontières, la **réglementation** encadrant les transports de substances radioactives repose sur des prescriptions à caractère international élaborées par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Elles sont regroupées dans le document *Specific Safety Requirements – 6 (SSR-6)*, qui sert de base aux réglementations européenne et française sur le sujet.

2.1 Les risques associés au transport de substances radioactives

Les risques majeurs associés au transport de substances radioactives sont les suivants :

- le risque d'**irradiation** externe de personnes en cas de détérioration de la protection radiologique des colis (matériau qui permet de réduire le rayonnement au contact des colis de substances radioactives) ;
- le risque d'inhalation ou d'ingestion de particules radioactives en cas de relâchement de substances radioactives hors de l'emballage ;
- la contamination de l'environnement en cas de relâchement de substances radioactives ;
- le démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne non contrôlée (risque de **criticité**) pouvant occasionner une irradiation grave des personnes. Ce risque ne concerne que les substances fissiles.

Par ailleurs, les substances radioactives peuvent également présenter un risque chimique. C'est le cas, par exemple, pour le transport d'uranium naturel, faiblement radioactif, et dont le risque prépondérant pour l'homme est lié à la nature chimique du composé, notamment en cas d'ingestion. De même, l' UF_6 , utilisé dans le cadre de la fabrication des combustibles pour les centrales électronucléaires, peut conduire, en cas de relâchement et de contact avec l'eau, à la formation d'acide fluorhydrique, qui est un puissant agent corrosif et toxique.

Par nature, les transports ont lieu sur l'ensemble du territoire national et sont soumis à de nombreux aléas difficiles à contrôler ou à anticiper, comme le comportement des autres véhicules empruntant la même voie de circulation. Il n'est donc pas possible d'exclure la possibilité qu'un accident de transport se produise en un point donné du territoire national, éventuellement à proximité immédiate des populations. Contrairement aux événements se déroulant au sein des INB, le personnel des industriels concernés est généralement dans l'incapacité d'intervenir immédiatement, voire de donner l'alerte (si le chauffeur est tué dans l'accident), et les premiers services de secours à intervenir ne sont *a priori* pas spécialisés dans la gestion du risque radioactif.

Pour faire face à ces risques, une réglementation spécifique a été mise en place pour encadrer les transports de substances radioactives.

2.2 Le principe de défense en profondeur

La sûreté des transports, comme la sûreté des installations, est fondée sur le concept de défense en profondeur, qui consiste à mettre en œuvre plusieurs niveaux de protection, techniques ou organisationnels, afin de garantir la sûreté du public, des travailleurs et de l'environnement, en conditions de routine, en cas d'incident et en cas d'accident sévère. Dans le cas du transport, la défense en profondeur repose sur trois niveaux de protection complémentaires :

- la **robustesse du colis**, qui permet d'assurer un maintien des fonctions de sûreté, y compris en cas d'accident sévère si les enjeux le justifient. Afin de garantir cette robustesse, la réglementation prévoit des épreuves de référence auxquelles le colis doit résister ;

- la fiabilité des opérations de transport, qui permet de réduire l'occurrence des anomalies, des incidents et des accidents. Cette fiabilité est assurée par le respect des exigences réglementaires, telles que la formation des différents intervenants, la mise en place d'un système d'assurance de la qualité pour toutes les opérations, le respect des conditions d'utilisation des colis, l'arrimage efficace des colis, etc. ;
- la gestion des situations d'urgence, qui permet de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Ce troisième niveau passe, par exemple, par la préparation et la diffusion de consignes à appliquer par les différents acteurs en cas d'urgence, la mise en place de plans d'urgence, la réalisation d'exercices de crise.

La robustesse des colis est particulièrement importante : le colis doit en dernier recours apporter une protection suffisante pour limiter les conséquences d'un incident ou d'un accident (en fonction de la dangerosité du contenu).

2.3 Les exigences assurant la robustesse des différents types de colis

On distingue cinq grandes familles de colis : colis exceptés, colis de type industriel, colis de type A, colis de type B, colis de type C. Ces familles sont définies en fonction des caractéristiques de la matière transportée, comme l'activité radiologique totale, l'activité spécifique, qui correspond au caractère plus ou moins concentré de la matière, et la forme physico-chimique.

La réglementation définit des épreuves, qui simulent des incidents ou des accidents, à l'issue desquelles les fonctions de sûreté restent assurées. La sévérité des épreuves réglementaires est adaptée au danger potentiel de la substance transportée. De plus, des exigences supplémentaires s'appliquent aux colis transportant de l' UF_6 ou des matières fissiles, du fait des risques spécifiques présentés par ces substances.

2.3.1 Les colis exceptés

Les colis exceptés permettent de transporter des quantités faibles de substances radioactives, comme les produits radiopharmaceutiques de très faible activité. Du fait des enjeux de sûreté très limités, ces colis ne sont soumis à aucune épreuve de qualification. Ils doivent toutefois respecter un certain nombre de spécifications générales, notamment relatives à la radioprotection, pour garantir que le niveau de rayonnement autour des colis exceptés reste très bas.

TABLEAU 2

Répartition des colis transportés par type

TYPE DE COLIS		PART APPROXIMATIVE DES COLIS TRANSPORTÉS ANNUELLEMENT
Colis agréés par l'ASN	Colis de type B, colis contenant des matières fissiles et colis contenant de l' UF_6	2%
Colis non soumis à l'agrément de l'ASN	Colis de type A ne contenant pas de substances radioactives fissiles	32%
	Colis industriels ne contenant pas de substances radioactives fissiles	8%
	Colis exceptés	58%

2.3.2 Les colis de type A et les colis industriels contenant des substances non fissiles

Les colis de type A permettent, par exemple, de transporter des radionucléides à usage médical couramment utilisés dans les services de médecine nucléaire, comme les générateurs de technétium. L'activité totale pouvant être contenue dans un colis de type A est limitée par la réglementation.

Les colis de type A doivent être conçus pour résister aux incidents pouvant être rencontrés lors du transport ou des opérations de manutention ou d'entreposage (petits chocs, empilement des colis, chute d'un objet perforant sur le colis, exposition à la pluie). Ces situations sont simulées par les épreuves suivantes :

- exposition à un orage important (hauteur de précipitation de 5 centimètres par heure pendant au moins 1 heure) ;
- chute sur une surface indéformable d'une hauteur variable selon la masse du colis (maximum 1,20 mètre) ;
- compression équivalente à cinq fois la masse du colis ;
- pénétration d'une barre standard par chute d'une hauteur d'1 mètre sur le colis.

Des épreuves supplémentaires sont nécessaires lorsque le contenu est sous forme liquide ou gazeuse.

Les colis industriels permettent de transporter de la matière avec une faible concentration d'activité ou des objets ayant une contamination surfacique limitée. Les matières uranifères extraites de mines d'uranium à l'étranger sont, par exemple, acheminées en France à l'aide de fûts industriels de 200 litres chargés dans des colis industriels. Trois sous-catégories de colis industriels existent en fonction de la dangerosité du contenu. Selon leur sous-catégorie, les colis industriels sont soumis aux mêmes épreuves que les colis de type A, à une partie d'entre elles ou seulement aux dispositions générales applicables aux colis exceptés.

Grâce aux restrictions imposées sur les contenus autorisés, les conséquences en cas de destruction d'un colis de type A ou d'un colis industriel resteraient gérables, à condition de prendre des mesures adaptées de gestion des accidents. La réglementation n'impose donc pas que ces types de colis résistent à un accident sévère.

Du fait de leurs enjeux limités, les colis industriels et de type A ne font pas l'objet d'un agrément par l'ASN : la conception et la réalisation des épreuves relèvent de la responsabilité du fabricant. Ces colis et leurs dossiers de démonstration de sûreté sont contrôlés par sondage lors des inspections de l'ASN.

2.3.3 Les colis de type B et les colis contenant des substances fissiles

Les colis de type B sont les colis permettant de transporter les substances les plus radioactives, comme les [combustibles irradiés](#) ou les [déchets nucléaires vitrifiés de haute activité](#). Les colis contenant des substances fissiles sont des colis de type industriel, A ou B qui sont de plus conçus pour transporter des matières contenant de l'uranium-235 ou du plutonium et pouvant, de ce fait, conduire au démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne incontrôlée. Il s'agit essentiellement de colis utilisés par l'industrie nucléaire. Les appareils de gammagraphie relèvent également de la catégorie des colis de type B.

Compte tenu du niveau de risque élevé présenté par ces colis, la réglementation impose qu'ils soient conçus de façon à garantir, y compris en cas d'accident sévère de transport, le maintien de leurs fonctions de confinement de la matière radioactive et de protection radiologique (pour les colis de type B), ainsi que de sous-criticité (pour les colis contenant des matières fissiles). Les conditions accidentelles sont simulées par les épreuves suivantes :

- une épreuve de chute de 9 mètres de haut sur une cible indéformable. Le fait que la cible soit indéformable signifie que toute l'énergie de la chute est absorbée par le colis, ce qui

est très pénalisant. En effet, si un colis lourd chute sur un sol réaliste, le sol se déformera et absorbera donc une partie de l'énergie. Une chute sur une cible indéformable de 9 mètres peut donc correspondre à une chute d'une hauteur nettement plus élevée sur un sol réaliste. Cette épreuve permet également de simuler le cas où le véhicule percuterait un obstacle. Lors de la chute libre de 9 mètres, le colis arrive à environ 50 kilomètres à l'heure sur la cible. Cependant, cela correspond à un choc réel à bien plus grande vitesse car, dans la réalité, le véhicule et l'obstacle absorberaient tous deux une partie de l'énergie ;

- une épreuve de poinçonnement : le colis est lâché depuis 1 mètre de hauteur sur un poinçon métallique. Le but est de simuler l'agression du colis par des objets perforants (par exemple, des débris arrachés au véhicule lors d'un accident) ;
- une épreuve d'incendie de 800 °C pendant 30 minutes. Cette épreuve simule le fait que le véhicule puisse prendre feu après un accident ;
- une épreuve d'immersion sous 15 mètres d'eau pendant 8 heures. Cette épreuve permet de tester la résistance du colis à la pression, pour le cas où il tomberait dans de l'eau (dans un fleuve en bord de route ou dans un port lors du déchargement

Nouvelle édition 2020 de la norme ISO 7195

Cette norme :

- précise les spécifications des cylindres pour le transport de l'hexafluorure d'uranium (UF₆) afin d'assurer une compatibilité entre les différents utilisateurs ;
- décrit la conception des cylindres ;
- mentionne les exigences de fabrication pour l'approvisionnement de cylindres neufs conçus pour le transport de quantités d'UF₆ égales ou supérieures à 0,1 kilogramme ;
- fixe les exigences de fabrication pour l'approvisionnement de nouvelles vannes et de nouveaux bouchons ;
- détermine les exigences relatives aux cylindres et aux capots de vanne en service.

Cette troisième édition annule et remplace la précédente édition ISO 7195:2005. Les principaux changements par rapport à l'édition précédente portent sur :

- la structure générale du document, qui a été réorganisée pour améliorer la clarté et faciliter la comparaison avec la norme américaine équivalente ANSI N14.1 ;
- la suppression du modèle de cylindre 48G, au profit de l'introduction du cylindre 30C ;
- l'introduction de bouchons à tête creuse pour les cylindres de 30 et 48 pouces, en sus des bouchons à tête hexagonale ;
- la possibilité pour les cylindres 30B, 48X et 48Y d'utiliser des contrôles non destructifs comme alternative aux contrôles hydrostatiques lors des contrôles périodiques, à condition que des contrôles supplémentaires soient effectués au moment de leur fabrication ;
- l'utilisation de différentes méthodes de test d'étanchéité ;
- l'interdiction de réutiliser des vannes et des bouchons qui ont été précédemment retirés des cylindres.

d'un navire). Certains colis de type B doivent de plus subir une épreuve poussée d'immersion, qui consiste en une immersion sous 200 mètres d'eau pendant une heure.

Les trois premières épreuves (chute, poinçonnement et incendie) doivent être réalisées successivement sur le même spécimen de colis. Elles doivent être réalisées dans la configuration la plus pénalisante (orientation du colis, température extérieure, position du contenu, etc.).

Les modèles de colis de type B et ceux contenant des substances fissiles doivent recevoir un agrément de l'ASN ou, dans certains cas, d'une autorité compétente étrangère, pour être autorisés à circuler. Pour obtenir cet agrément, le concepteur du modèle de colis doit démontrer dans le dossier de sûreté la résistance aux épreuves mentionnées ci-dessus. Cette démonstration est habituellement apportée au moyen d'épreuves réalisées sur une maquette à échelle réduite représentant le colis et de calculs numériques (pour simuler le comportement mécanique et thermique, ou pour évaluer le risque de criticité).

2.3.4 Les colis contenant de l'hexafluorure d'uranium

L' UF_6 est utilisé dans le « cycle du combustible ». C'est sous cette forme que l'uranium est enrichi. On trouve donc de l' UF_6 naturel (c'est-à-dire formé d'uranium naturel), de l' UF_6 enrichi (c'est-à-dire avec une composition isotopique enrichie en uranium-235) et de l' UF_6 appauvri.

Outre les dangers présentés du fait de sa radioactivité, voire de son caractère fissile, l' UF_6 présente aussi un fort risque chimique. La réglementation prévoit donc des prescriptions particulières pour les colis d' UF_6 . Ils doivent satisfaire aux prescriptions de la norme ISO 7195 (voir encadré page précédente), qui régit la conception, la fabrication et l'utilisation des colis. Ces colis sont de plus soumis à trois épreuves :

- une épreuve de chute libre entre 0,3 et 1,2 mètre (selon la masse du colis) sur cible indéformable ;
- une épreuve thermique, avec un feu de 800 °C durant 30 minutes ;
- une épreuve de tenue hydrostatique à 27,6 bars.

Les colis contenant de l' UF_6 enrichi, donc fissile, sont également soumis aux prescriptions présentées précédemment (voir point 2.3.3).

L' UF_6 est transporté dans des cylindres métalliques, de type 48Y ou 30C. Dans le cas de l' UF_6 enrichi, ce cylindre est transporté avec une coque de protection, qui fournit la protection nécessaire pour résister aux épreuves applicables aux colis contenant des matières fissiles. Les modèles de colis contenant de l' UF_6 doivent également obtenir un agrément de l'ASN, ou d'une autorité compétente étrangère, pour être autorisés à circuler.

2.3.5 Les colis de type C

Les modèles de colis de type C sont destinés à transporter des substances hautement radioactives par voie aérienne. Il n'existe en France aucun agrément pour des colis de type C à usage civil.

2.4 Les exigences assurant la fiabilité des opérations de transport

2.4.1 La radioprotection des travailleurs et du public

La [radioprotection](#) des travailleurs et du public doit être une préoccupation constante lors des transports de substances radioactives. Le public et les travailleurs non spécialisés ne

Prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants

L'instruction conjointe de l'ASN et du ministère du travail n° [DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018](#) relative à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants élargit le champ d'application de la notion de « zonage », qui vise à limiter l'exposition des travailleurs et du public, aux opérations d'acheminement de substances radioactives réalisées à l'intérieur d'un établissement, de ses dépendances ou chantiers. Ainsi, les phases de chargement ou de déchargement d'un colis sur un moyen de transport, de modification de convoi, de rupture de charge ou de stationnement intermédiaire qui ont lieu dans l'emprise d'un établissement ou de ses dépendances peuvent donner lieu à la mise en place d'une zone « surveillée » ou « contrôlée », selon les caractéristiques des colis transportés.

En outre, des actions particulières sont prévues par l'arrêté du 23 octobre 2020 relatif aux mesurages réalisés dans le cadre de l'évaluation des risques et aux vérifications de l'efficacité des moyens de prévention mis en place dans le cadre de la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants. Il impose notamment que la vérification périodique des véhicules servant à l'acheminement de substances radioactives soit réalisée ou supervisée par le conseiller en radioprotection. Alors que la première vérification est réalisée avant l'utilisation d'un véhicule pour une opération d'acheminement de substances radioactives, afin de s'assurer de la propreté radiologique du véhicule, les vérifications suivantes visent à s'assurer de l'absence de contamination du véhicule. Ces vérifications sont réalisées selon une fréquence définie par l'employeur, tenant compte de la fréquence des transports et des enjeux radiologiques, ainsi qu'à l'issue de chaque opération de transport où le risque de contamination est identifié. En tout état de cause, le délai entre deux vérifications ne peut excéder trois mois.

doivent pas être [exposés](#) à une dose supérieure à 1 millisievert par an (mSv/an). Cependant, cette limite n'est pas destinée à constituer une autorisation d'exposer le public jusqu'à 1 mSv. Notamment, les [principes](#) de justification et d'optimisation applicables à toute activité nucléaire s'appliquent aussi au transport de substances radioactives (voir chapitre 2).

La radioprotection fait l'objet de prescriptions précises dans la réglementation applicable au transport de substances radioactives. Ainsi, pour le transport par route, la réglementation prévoit que le débit de dose à la surface du colis ne doit pas dépasser 2 mSv/h. Cette limite peut être augmentée à 10 mSv/h en « utilisation exclusive⁽¹⁾ », car l'expéditeur ou le destinataire peuvent alors donner des consignes pour limiter les actions à proximité du colis. Dans tous les cas, le débit de dose ne doit pas dépasser 2 mSv/h au contact du véhicule et doit être inférieur à 0,1 mSv/h à 2 mètres du véhicule. En supposant qu'un véhicule de transport atteigne la limite de 0,1 mSv/h à 2 mètres une personne devrait

1. L'utilisation exclusive correspond au cas où le véhicule est utilisé par un seul expéditeur. Celui-ci peut alors donner des instructions spécifiques pour le déroulement de l'ensemble des opérations de transport.

Instauration d'un régime d'autorisation à des fins de sécurité

En application des articles [L. 1333-8](#) et [R. 1333-146](#) du code de la santé publique, l'ASN prévoit de réviser en 2021 sa [décision n°2015-DC-0503](#) relative au régime de déclaration des entreprises réalisant des transports de substances radioactives sur le territoire français pour soumettre à autorisation les opérations de transport des sources les plus radioactives en raison des enjeux qu'elles présentent en matière de sécurité. Ainsi, sera soumise à autorisation l'activité de transport des sources radioactives scellées, ou lots de sources de catégorie A, B ou C, tels que définis à l'annexe 13-7 au code de la santé publique.

séjourner 10 heures en continu à 2 mètres du véhicule avant que la dose reçue n'atteigne la limite annuelle d'exposition du public.

Ces limites sont complétées par des exigences relatives à l'organisation de la radioprotection au sein des entreprises. En effet, les entreprises intervenant dans les opérations de transport doivent mettre en place un programme de protection radiologique, qui regroupe les dispositions prises pour protéger les travailleurs et le public des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants. Ce programme repose notamment sur une évaluation prévisionnelle des doses auxquelles sont exposés les travailleurs et le public. En fonction des résultats de cette évaluation, des actions d'optimisation doivent être mises en place pour rendre ces doses aussi basses que raisonnablement possible (principe ALARA⁽²⁾): par exemple, des chariots plombés peuvent être mis à disposition des manutentionnaires pour réduire leur exposition. Cette évaluation permet également de décider de la mise en place d'une dosimétrie pour mesurer la dose reçue par les travailleurs, s'il est prévu que celle-ci risque de dépasser 1 mSv/an. Enfin, l'ensemble des acteurs du transport doit être formé aux risques liés aux rayonnements, afin de connaître la nature des risques, ainsi que la manière de s'en protéger et d'en protéger les autres.

Les travailleurs qui interviennent lors des transports de substances radioactives sont par ailleurs soumis aux dispositions du code du travail relatives à la protection contre les rayonnements ionisants.

L'ASN a publié, le 29 mars 2018, le [Guide n° 29](#) destiné à accompagner les transporteurs dans la mise en œuvre de leurs obligations réglementaires relatives à la radioprotection des travailleurs et du public. L'ASN a prévu d'engager en 2021 une mise à jour de ce guide afin d'y prendre en compte les nouvelles dispositions du code du travail, du code de la santé et de leurs textes d'application, par exemple l'arrêté du 23 octobre 2020 (voir encadré), qui résultent de la [directive 2013/59/Euratom](#) (dite directive «BSS»). Elle continuera en 2021 ses actions de pédagogie à destination des professionnels, notamment en communiquant sur les évolutions réglementaires.

2.4.2 La signalisation des colis et des véhicules

Afin que les travailleurs puissent être informés du niveau de risque présenté par chaque colis, et donc pour qu'ils puissent s'en protéger efficacement, la réglementation impose que les colis soient étiquetés. Les étiquettes sont de trois types; elles correspondent à différents niveaux de débit de dose au contact et à 1 mètre du colis. Les travailleurs intervenant à proximité

du colis ont ainsi un moyen visuel de savoir quels sont les colis engendrant les débits de dose les plus importants et peuvent limiter leur temps à proximité de ceux-ci et les éloigner le plus possible (par exemple, en les chargeant à l'arrière du véhicule).

Les colis contenant des matières fissiles doivent, en outre, porter une étiquette spécifique. En effet, pour prévenir le risque de démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne, ces colis doivent être éloignés les uns des autres. L'étiquette spécifique permet de vérifier facilement le respect de cette prescription.

Enfin, le marquage des colis doit comporter leur type, l'adresse de l'expéditeur ou du destinataire et un numéro d'identification. Cela permet d'éviter les erreurs de livraison et de pouvoir identifier les colis en cas de perte.

Les véhicules transportant des colis de substances radioactives doivent également avoir une signalisation spécifique. Comme tous les véhicules transportant des marchandises dangereuses, ils portent une plaque orange à l'avant et à l'arrière. De plus, ils doivent arborer une plaque-étiquette présentant un trèfle et indiquant «Radioactive». L'objectif de la signalisation des véhicules est de fournir de l'information aux services de secours en cas d'accident.

2.4.3 Les responsabilités des différents acteurs du transport

La réglementation définit les responsabilités des différents acteurs qui interviennent au cours de la vie d'un colis, depuis sa conception jusqu'à son transport à proprement parler. Des exigences spécifiques sont associées à ces responsabilités. Ainsi:

- le concepteur du modèle de colis doit avoir conçu et dimensionné l'emballage en fonction des conditions d'utilisation prévues et des exigences réglementaires. Pour les colis de type B ou fissiles ou contenant de l'UF₆, il doit obtenir un agrément de l'ASN (ou, dans certains cas, d'une autorité étrangère);
- le fabricant doit réaliser l'emballage conformément à la description qui en est faite par le concepteur;
- l'expéditeur a la responsabilité de remettre au transporteur un colis conforme aux exigences réglementaires. Il doit en particulier s'assurer que le transport de substance est autorisé, vérifier que le colis est adapté à son contenu, utiliser un colis en bon état et agréé (si besoin), effectuer les mesures de débit de dose et de contamination et étiqueter le colis;
- le transport peut être organisé par un commissionnaire de transport. Celui-ci est chargé, pour le compte de l'expéditeur ou du destinataire, d'obtenir toutes les autorisations nécessaires et d'envoyer les différentes notifications requises par la réglementation. Il doit aussi sélectionner le moyen de transport, la société de transport et l'itinéraire en fonction des exigences réglementaires;
- le chargeur est responsable du chargement du colis dans le véhicule et de son arrimage conformément aux instructions spécifiques de l'expéditeur et aux règles de l'art;
- le transporteur, et notamment le conducteur, a la charge du bon déroulement de l'acheminement. Il doit notamment veiller au bon état du véhicule, à la présence de l'équipement de bord (extincteurs, équipements de protection individuelle du conducteur, etc.), au respect des limites de débit de dose autour du véhicule et à l'apposition des plaques orange et plaques-étiquettes;
- le destinataire a l'obligation de ne pas différer, sans motif impératif, l'acceptation de la marchandise et de vérifier, après

2. Le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable – « au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre ») est apparu pour la première fois dans la publication 26 de 1977 de la Commission internationale de protection radiologique. Il était l'aboutissement d'une réflexion autour du principe d'optimisation de la radioprotection.

le déchargement, que les prescriptions le concernant sont bien respectées. Il doit notamment effectuer des mesures de débit de dose sur le colis après réception pour détecter un éventuel problème qui aurait pu survenir au cours du transport ;

- le propriétaire des colis doit mettre en place un système de maintenance conforme à ce qui est décrit dans le dossier de sûreté et le certificat d'agrément, afin de garantir le maintien en bon état des éléments importants pour la sûreté.

Tous les acteurs du transport doivent mettre en place un système de gestion de la qualité, qui consiste en un ensemble de dispositions permettant de garantir le respect des exigences réglementaires et d'être en mesure d'en apporter la preuve. Cela consiste, par exemple, à effectuer des doubles contrôles indépendants des opérations les plus importantes, à mettre en place des listes à remplir pour s'assurer que les opérateurs n'oublient aucune action, à garder une trace de toutes les opérations et de tous les contrôles effectués, etc. Le système de gestion de la qualité est un élément fondamental pour assurer la fiabilité des opérations de transport.

De plus, la réglementation prévoit que tous les opérateurs intervenant dans le transport reçoivent une formation adaptée à leurs fonctions et responsabilités. Cette formation doit notamment porter sur les mesures à prendre en cas d'accident.

Les entreprises qui acheminent, chargent, déchargent ou manutentionnent (après leur chargement et avant leur déchargement) des colis de substances radioactives sur le territoire français doivent déclarer ces activités de transport sur le portail de [télé-services](#)⁽³⁾ de l'ASN avant de les mettre en œuvre. Ce téléservice est disponible en [langue anglaise](#) depuis mi-2019.

Les transports de certaines substances radioactives (notamment les substances fissiles) font l'objet d'une notification préalable adressée par l'expéditeur à l'ASN et au ministère de l'Intérieur sept jours avant le départ. Cette notification indique les matières transportées, les emballages utilisés, les conditions d'exécution du transport et les coordonnées de l'expéditeur, du transporteur et du destinataire. Elle permet aux pouvoirs publics de disposer rapidement des informations utiles en cas d'accident.

En 2020, 1385 notifications ont été adressées à l'ASN.

2.5 La préparation à la gestion des situations d'urgence

La [gestion des situations d'urgence](#) est le dernier niveau de la défense en profondeur. En cas d'accident impliquant un transport, elle doit permettre d'en limiter les conséquences sur les personnes et l'environnement.

Un accident de transport pouvant avoir lieu n'importe où sur le territoire, il est vraisemblable que les premiers services de secours arrivant sur les lieux n'aient pas de formation spécifique au risque radiologique et que la population à proximité ne soit pas sensibilisée à ce risque. Il est donc particulièrement important que l'organisation de crise au niveau national soit suffisamment robuste pour tenir compte de ces éléments.

À ce titre, la réglementation prévoit des obligations pour les différents intervenants dans le domaine du transport. Ainsi, tous les intervenants doivent alerter immédiatement les services de secours en cas d'accident. Cela vaut notamment pour le transporteur, qui sera *a priori* le premier informé. Il doit également transmettre l'alerte à l'expéditeur. De plus, l'équipage du véhicule doit avoir à sa disposition dans la cabine des consignes écrites, indiquant notamment les premières actions à effectuer en cas d'accident (par exemple : activer le coupe-circuit, si le véhicule

en est équipé, pour éviter le démarrage d'un incendie). Une fois l'alerte donnée, les intervenants doivent se mettre à la disposition des pouvoirs publics pour aider aux actions de secours, notamment en leur fournissant toutes les informations pertinentes. Cela concerne en particulier le transporteur et l'expéditeur, dont la connaissance du colis et de son contenu est précieuse pour déployer les mesures adaptées. Pour remplir ces obligations réglementaires, l'ASN recommande que les intervenants mettent en place des plans d'urgence permettant de définir à l'avance une organisation et des outils qui leur permettront de réagir efficacement en cas de situation d'urgence réelle.

Il pourrait arriver que le conducteur soit dans l'incapacité de donner l'alerte, s'il est blessé ou tué lors de l'accident. Dans ce cas, la détection de la nature radioactive du chargement reposerait entièrement sur les premiers services de secours. Les plaques orange et les plaques-étiquettes ornées d'un trèfle, présentes sur les véhicules, permettent ainsi de signaler la présence de marchandises dangereuses : les services de secours ont alors la consigne de faire évacuer de façon réflexe une zone d'un rayon de 100 mètres autour du véhicule et d'indiquer le caractère radioactif du chargement à la préfecture, qui alertera l'ASN.

La [gestion de l'accident](#) est pilotée par le préfet, qui commande les opérations de secours. En attendant que les experts nationaux soient en mesure de lui apporter des conseils, le préfet s'appuie sur le plan d'urgence mis en place pour faire face à ces situations. Une fois son centre d'urgence national créé, l'ASN est en mesure d'offrir son concours au préfet, en lui apportant des conseils techniques sur les actions plus spécifiques à mettre en place. L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)) appuie l'ASN dans cette mission, en évaluant l'état du colis accidenté et en prévoyant l'évolution de la situation. De plus, la division territoriale de l'ASN dépêche un agent auprès du préfet afin de faciliter la liaison avec le centre national d'urgence.

En parallèle, des moyens humains et matériels seraient envoyés dès que possible sur le lieu de l'accident (appareils de mesure de la radioactivité, moyens médicaux, moyens de reprise des colis, etc.). Les équipes de pompiers spécialisées dans le risque radioactif (les cellules mobiles d'intervention radiologique – [CMIR](#)) seraient mises à contribution, ainsi que les cellules mobiles de l'IRSN, voire les cellules mobiles de certains exploitants nucléaires (comme le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – [CEA](#), ou [EDF](#)), qui pourraient être réquisitionnées par le préfet en cas de besoin, même si le transport impliqué ne concernait pas ces exploitants.

Comme pour les autres types de situations d'urgence, la communication est un enjeu important en cas d'accident de transport, pour informer les populations de la situation et transmettre des consignes sur la conduite à tenir.

Afin de préparer les pouvoirs publics à l'éventualité d'un accident impliquant un transport de substances radioactives, des [exercices](#) sont organisés et permettent de tester l'ensemble de l'organisation qui serait mise en place.

L'ASN continuera en 2021 à œuvrer pour une bonne préparation des pouvoirs publics aux situations d'urgence impliquant un transport, notamment en promouvant la réalisation d'exercices de crise locaux et en diffusant des recommandations sur les actions à mener en cas d'accident.

Enfin, l'ASN a prévu de mettre à jour le guide relatif à la réalisation des études de danger exigées pour les installations de transport pouvant accueillir des marchandises dangereuses. L'objectif de ce guide est que les risques liés aux substances radioactives

3. teleservices.asn.fr

soient convenablement évalués pour permettre aux exploitants de définir, le cas échéant, des dispositions pertinentes pour les diminuer, sous le contrôle du préfet. Il permettra également de faire le lien avec les évaluations des conséquences d'une agression extrême sur un colis à enjeu, réalisées dans le cadre de la démarche des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) engagée à la suite de l'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#) (Japon) le 11 mars 2011. En effet, afin de tirer les leçons de cet accident, l'ASN a demandé aux exploitants d'INB d'engager des ECS pour examiner la sûreté des installations en cas d'accident de faible probabilité, mais pouvant avoir des conséquences importantes sur la sécurité, la santé et la salubrité publiques et la protection de l'environnement. Or, les transports de substances radioactives se déroulant sur les voies de circulation publiques, la possibilité d'un accident d'une intensité supérieure aux exigences réglementaires de conception d'un colis ne peut pas être exclue. Pour les colis transportant les contenus les plus dangereux, les conséquences sur les personnes et l'environnement pourraient être importantes.

Recommandations de l'ASN en cas d'accident de transport

La réponse des pouvoirs publics en cas d'accident de transport se déroule en trois phases :

- les services de secours arrivent sur les lieux et effectuent des actions de façon « réflexe » pour limiter les conséquences de l'accident et protéger la population. Le caractère radioactif des substances en jeu est découvert durant cette phase ;
- l'entité coordonnant l'action des secours confirme qu'il s'agit de substances radioactives, alerte l'ASN et l'IRSN et donne des consignes plus spécifiques aux intervenants en attendant le grément des centres de crise nationaux ;
- une fois les centres de crise de l'ASN et de l'IRSN créés, une analyse plus poussée de la situation est menée afin de conseiller le directeur des opérations de secours.

Durant les deux premières phases, les services de secours doivent gérer la situation sans l'appui des experts nationaux. L'ASN a donc élaboré en 2017, avec le concours de l'IRSN et de la Mission nationale d'appui à la gestion du risque nucléaire, un document

destiné à guider l'action des services de secours. Il contient des informations générales sur la radioactivité, des conseils généraux aux services de secours pour intervenir en tenant compte des spécificités des transports de substances radioactives et des fiches organisées par type de substance, qui visent à fournir des informations et des conseils plus détaillés au coordinateur des actions de secours durant la phase 2.

2.6 La réglementation encadrant les opérations de transport à l'intérieur des périmètres des installations nucléaires

Des opérations de transport dites « opérations de transport interne » de marchandises dangereuses peuvent être réalisées sur les voies privées de sites nucléaires. Ces opérations ne sont alors pas soumises à la réglementation relative aux transports de marchandises dangereuses, qui ne s'applique que sur la voie publique. Pourtant, ces opérations présentent les mêmes risques et inconvénients que les transports de matières dangereuses sur la voie publique. Aussi, la sûreté de ces opérations doit être encadrée avec la même rigueur que tout autre risque ou inconvénient présent dans le périmètre des INB.

C'est pourquoi les opérations de transport interne de marchandises dangereuses sont soumises aux exigences de l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB. Cet arrêté prévoit que les opérations de transport interne soient intégrées au référentiel de sûreté des INB.

Le code de l'environnement, complété par la [décision n° 2017-DC-0616 de l'ASN du 30 novembre 2017](#), définit les opérations de transport interne qui doivent faire l'objet de demandes d'autorisation à l'ASN. Par ailleurs, l'ASN a publié en 2017 le [Guide n° 34](#), qui comporte des recommandations destinées aux exploitants pour la mise en œuvre des exigences réglementaires relatives aux opérations de transport interne.

Enfin, l'ASN a étendu en 2020 les fonctionnalités de télédéclaration et de télétransmission des demandes d'autorisation de modification notable aux transports internes prévues aux articles [R. 593-59](#) et [R. 593-56](#) du code de l'environnement.

3. Rôles et responsabilités pour le contrôle du transport de substances radioactives

3.1 Le contrôle de la sûreté et de la radioprotection

En France, l'ASN est chargée depuis 1997 du contrôle de la sûreté et de la radioprotection du transport de substances radioactives pour les usages civils et l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) assure ce rôle pour les transports liés à la défense nationale. Dans son domaine de compétence, l'ASN contrôle, du point de vue de la sûreté et de la radioprotection, toutes les étapes de la vie d'un colis : conception, fabrication, maintenance, expédition, transport à proprement parler, réception, etc.

3.2 La protection contre les actes de malveillance

La lutte contre la malveillance consiste à prévenir les actes de sabotage, les pertes, disparitions, vols et détournements des matières nucléaires (au sens de l'[article R*. 1411-11-19 du code de la défense](#)), qui pourraient être utilisées pour fabriquer des armes. Le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) placé auprès du ministre chargé de l'énergie représente réglementairement l'autorité responsable de la lutte contre les actes de malveillance pour les matières nucléaires.

Dans le domaine de la sécurité des transports, l'échelon opérationnel des transports (EOT) de l'IRSN, est chargé de la gestion et du traitement des demandes d'accord d'exécution des transports de matières nucléaires, du suivi de ces transports et de la transmission aux autorités des alertes les concernant. Cette mission de sécurité est définie par l'[arrêté du 18 août 2010](#) relatif à la protection et au contrôle des matières nucléaires en cours de transport. Ainsi, avant transport, le code de la défense impose aux transporteurs d'obtenir un accord d'exécution. L'EOT instruit les dossiers de demande correspondants. Cette instruction consiste à vérifier la conformité des dispositions prévues par rapport aux exigences définies par le code de la défense et l'arrêté du 18 août 2010 précité.

L'ASN a engagé le processus de mise à jour de sa [décision n° 2015-DC-0503 du 12 mars 2015](#) relative au régime de déclaration des entreprises réalisant des transports de substances radioactives sur le territoire français. Cette mise à jour vise à introduire un régime d'autorisation pour les activités de transport des sources les plus radioactives au vu des enjeux qu'elles présentent en matière de sécurité.

En 2019, l'ASN a mené une consultation publique sur les orientations qu'elle s'appropriait à retenir pour cette mise à jour. En 2021,

l'ASN achèvera cette mise à jour en veillant notamment à l'interface entre les dispositions issues de la nouvelle réglementation relative à la protection des sources de rayonnements ionisants et des lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance ([arrêté du 29 novembre 2019 modifié](#)) et de la réglementation transport.

3.3 Le contrôle du transport de marchandises dangereuses

La réglementation du transport de marchandises dangereuses relève de la Mission du transport des matières dangereuses (MTMD) du ministère chargé de l'environnement. Cette structure est chargée des actions relatives à la sécurité du transport de marchandises dangereuses hors classe 7 (radioactive) par voie routière, ferroviaire et de navigation intérieure. Elle dispose d'un organisme de concertation (sous-commission permanente chargée du transport des marchandises dangereuses au sein du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques), appelé

à donner son avis sur tout projet de réglementation relative au transport de marchandises dangereuses par voies ferroviaire, routière et par voie de navigation intérieure. Les contrôles sur le terrain sont assurés par les contrôleurs des transports terrestres, rattachés aux directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement.

Afin que le contrôle des marchandises dangereuses soit aussi cohérent que possible, l'ASN collabore régulièrement avec les administrations concernées.

L'ASN interviendra en 2021, comme ce fut le cas en 2019, dans le cadre de la formation des inspecteurs de la direction générale de l'Aviation civile (DGAC) en charge du contrôle du transport aérien de marchandises dangereuses, afin de leur présenter les spécificités de la classe 7, ainsi que le retour d'expérience des inspections de l'ASN sur ces thèmes.

La répartition des différentes missions de contrôle est synthétisée dans le tableau 3.

4. L'action de l'ASN dans le domaine du transport de substances radioactives

4.1 Délivrer les certificats d'agrément et les approbations d'expédition

Les colis de types B et C, ainsi que les colis contenant des matières fissiles et ceux qui contiennent plus de 0,1 kilogramme d'UF₆, doivent disposer d'un [agrément de l'ASN](#) pour pouvoir être transportés. Les concepteurs des modèles de colis qui font une demande d'agrément auprès de l'ASN doivent fournir, à l'appui de leur demande, un dossier de sûreté permettant de démontrer la conformité du colis à l'ensemble des prescriptions réglementaires. Avant de prendre la décision de délivrer ou non un agrément, l'ASN instruit ce dossier, en s'appuyant sur l'expertise de l'IRSN, pour vérifier que les démonstrations sont pertinentes et probantes. Le cas échéant, la délivrance de l'agrément est accompagnée de demandes afin que la démonstration de sûreté soit complétée.

Dans certains cas, l'expertise de l'IRSN est complétée par une réunion du Groupe permanent d'experts pour les transports (GPT). Les avis des groupes permanents d'experts sont systématiquement publiés sur [asn.fr](#). Le certificat d'agrément précise les conditions de fabrication, d'utilisation et de maintenance du colis de transport. Il est délivré pour un modèle de colis, indépendamment de l'opération de transport à proprement parler, pour laquelle aucun avis préalable n'est en général requis de l'ASN. Cette opération peut cependant être soumise à des contrôles au titre de la sécurité (protection physique des matières contre la malveillance sous le contrôle du HFDS du ministère chargé de l'environnement).

Les agréments sont délivrés en général pour une période de cinq ans. Dans le cas où un colis ne peut pas satisfaire à toutes les prescriptions réglementaires, la réglementation prévoit néanmoins la possibilité de réaliser son transport en effectuant une expédition sous arrangement spécial. L'expéditeur doit alors définir des mesures compensatoires permettant d'atteindre un niveau de sûreté équivalant à celui qui aurait été obtenu si les prescriptions réglementaires avaient été satisfaites. Par exemple, s'il n'est pas complètement démontré qu'un colis résiste à la chute de 9 mètres, une mesure compensatoire peut être de réduire la vitesse du véhicule, de le faire escorter et de choisir un itinéraire évitant une telle hauteur de chute. La probabilité d'un accident sévère, et donc d'un choc violent sur le colis, est ainsi fortement diminuée. Une expédition sous arrangement spécial ne peut se faire qu'avec l'accord de l'autorité compétente, qui émet alors une approbation d'expédition sous arrangement spécial stipulant les mesures compensatoires à appliquer.

Dans le cas de certificats émis à l'étranger, la réglementation internationale prévoit leur reconnaissance par l'ASN. Dans certains cas, cette reconnaissance est automatique et le certificat étranger est directement valable en France. Dans d'autres cas, le certificat étranger n'est valable que s'il est validé par l'ASN, qui délivre alors un nouveau certificat. En 2020, 39 demandes d'agrément ont été déposées par des industriels auprès de l'ASN.

L'ASN a délivré 32 certificats d'agrément ou d'approbation d'expédition, dont la répartition selon le type est présentée dans le graphique 2. La nature des transports et colis concernés par ces certificats est présentée dans le graphique 3.

Robatel a engagé en 2019 le développement d'un nouvel emballage, dénommé R85, conçu pour le transport de guides de grappes irradiés et contaminés de centrales nucléaires françaises, par voie routière ou ferroviaire. Avant son envoi, le colis peut être entreposé chargé plusieurs années. L'ASN s'est prononcée favorablement mi-2020 sur les options de sûreté de ce nouveau modèle de colis, au vu des nouvelles dispositions de l'édition 2018 du règlement SSR-6 de l'AIEA. Elle instruira en 2021 la demande d'agrément qui a été reçue fin 2020.

4.2 Contrôler toutes les étapes de la vie d'un colis

L'ASN réalise des inspections à toutes les étapes de la vie d'un colis : de la fabrication et la maintenance d'un emballage, à la préparation des colis, leur acheminement et leur réception.

En 2020, l'ASN a réalisé 62 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives (tous secteurs confondus). Les lettres de suite de ces inspections sont disponibles sur [asn.fr](#).

4.2.1 Le contrôle de la fabrication des emballages

La fabrication des emballages de transport est une activité soumise à la réglementation applicable aux transports de substances radioactives. Le fabricant est responsable de produire des emballages conformes aux spécifications du dossier de sûreté, qui démontre la conformité réglementaire du modèle de colis correspondant. Pour cela, il met en place un système de management de la qualité, couvrant toutes les opérations depuis l'approvisionnement des pièces et matières premières jusqu'aux contrôles finaux. De plus, le fabricant doit être en mesure de démontrer à l'ASN qu'il respecte les dispositions réglementaires

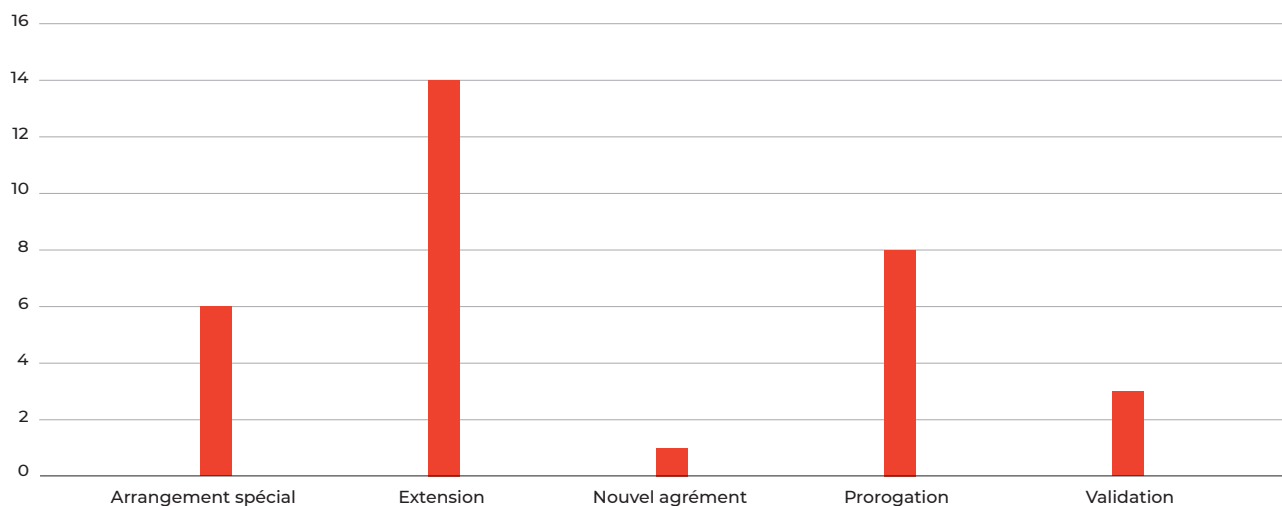
TABLEAU 3

Administrations chargées du contrôle du mode de transport et des colis

MODE DE TRANSPORT	CONTRÔLE DU MODE DE TRANSPORT	CONTRÔLE DES COLIS
Voie maritime	Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM) du ministère chargé de l'environnement. La DGITM est en particulier chargée du contrôle du respect des prescriptions s'appliquant aux navires contenues dans le Recueil international de règles de sécurité pour le transport de combustibles nucléaires irradiés, de plutonium et de déchets hautement radioactifs en colis à bord des navires (recueil INF – <i>Irradiated Nuclear Fuel</i>).	La DGITM est compétente pour le contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, des colis de substances radioactives.
Voies routières, ferrées et navigables	Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du ministère chargé de l'environnement.	La Direction générale de la prévention des risques (DGPR) est chargée du contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN des colis de substances radioactives.
Voie aérienne	Direction générale de l'Aviation civile (DGAC) du ministère chargé de l'environnement.	La DGAC est compétente pour le contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, des colis de substances radioactives.

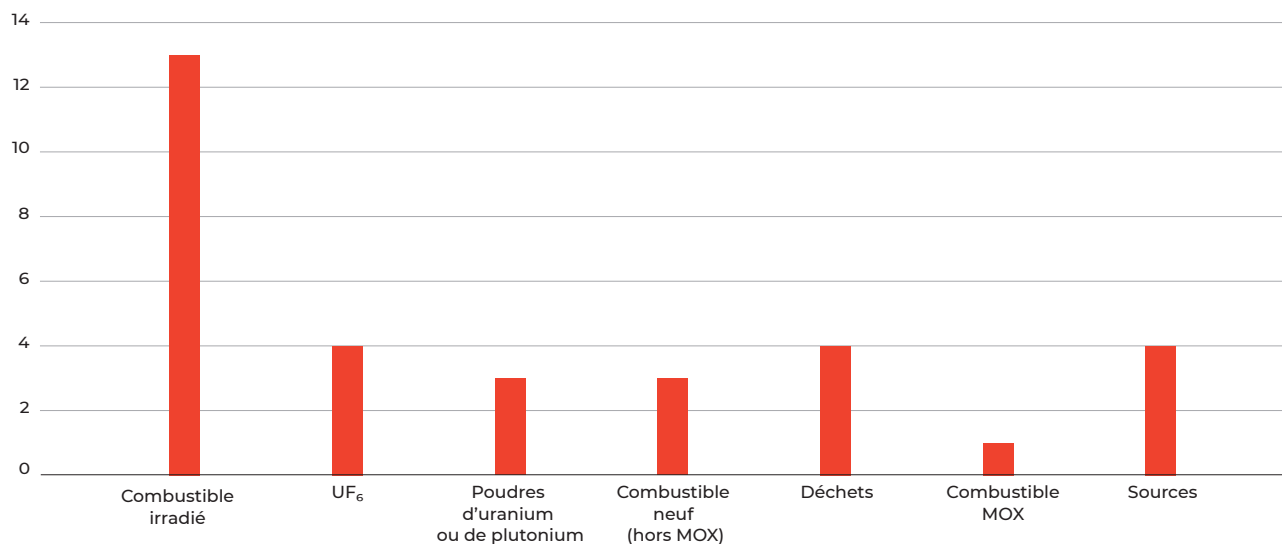
GRAPHIQUE 2

Répartition du nombre des agréments en fonction de leur type, en 2020



GRAPHIQUE 3

Répartition du nombre des agréments en fonction du contenu transporté, en 2020



Certificat d'agrément pour le colis TN Eagle

L'ASN a délivré le 21 décembre 2020 un certificat d'agrément de type B(U) pour matières fissiles pour un nouveau modèle de colis développé par Orano NPS (anciennement TN International). Ce nouveau modèle de colis, dénommé TN Eagle, est conçu pour le transport, sous utilisation exclusive par voies terrestre et maritime, d'assemblages de combustibles usés, ainsi que pour leur entreposage intermédiaire. La délivrance de cet agrément vise les opérations de transport et ne préjuge par des suites qui seraient réservées à une demande d'entreposage à sec, en France, de combustibles usés dans de tels colis.

et, en particulier, que les emballages fabriqués sont conformes aux spécifications du dossier de sûreté.

Les contrôles effectués par l'ASN dans ce domaine visent à s'assurer que le fabricant remplit ses responsabilités de façon satisfaisante.

En 2020, l'ASN a mené quatre inspections des opérations de fabrication de divers emballages disposant d'un agrément de l'ASN, à différentes étapes du processus : soudage, assemblage final, contrôles de fin de fabrication, montage des aménagements internes (servant à caler le contenu), etc.

Au cours de ces inspections, l'ASN examine les procédures de management de la qualité mises en place pour fabriquer un emballage à partir des données de conception, et contrôle leur mise en œuvre effective. Elle s'assure de la traçabilité des contrôles et des écarts éventuels lors de la fabrication. Elle se rend également dans les ateliers de fabrication, afin de vérifier les conditions d'entreposage des composants de l'emballage, l'étalonnage des appareils de contrôle et le respect des procédures techniques aux différentes étapes de la fabrication (soudage, assemblage, etc.).

L'ASN contrôle le suivi de la fabrication du colis par le maître d'ouvrage et peut intervenir directement sur les sites de ses éventuels sous-traitants, qui se trouvent parfois dans des pays étrangers. Par exemple, les 10 et 11 décembre 2019, l'ASN a inspecté, conjointement avec l'autorité compétente allemande pour le transport (*Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung – BAM*), la fabrication des [nouvelles surcoques DN 30](#) utilisées pour le transport d' UF_6 en cylindres 30 B dans une usine en Allemagne. Les inspecteurs ont notamment examiné la façon dont Daher, le donneur d'ordres, surveillait son sous-traitant.

L'ASN peut également contrôler la fabrication des spécimens servant aux épreuves réglementaires de chute et aux essais de feu. Les objectifs sont les mêmes que pour le modèle de série, car les spécimens doivent être représentatifs et respecter les exigences maximales données par le dossier de fabrication de la maquette, qui fixeront les caractéristiques minimales des emballages réels à fabriquer.

L'ASN a prévu de poursuivre en 2021 des inspections par sondage de la fabrication d'emballages de transport. En effet, les [irrégularités détectées au sein de l'usine Creusot Forge](#), qui ont notamment concerné certains emballages de transport, ont confirmé l'importance de contrôler les opérations de fabrication et de maintenance d'emballages.

Inspection de l'expédition de colis vers la centrale de Taishan

Les inspecteurs de l'ASN se sont rendus sur le port de Sète (34) le 29 septembre 2020 pour examiner les opérations d'expédition vers la centrale nucléaire chinoise de Taishan de colis FCC4 chargés d'assemblages combustibles neufs à oxyde d'uranium. Ils ont assisté à l'arrivée des convois de véhicules routiers, aux opérations de chargement des « flats » maritimes contenant les colis sur un navire. Ils ont examiné les moyens de manutention utilisés, contrôlé par sondage la conformité des véhicules, du placardage et de l'étiquetage, ainsi que la qualification des chauffeurs. Ils ont également vérifié le bon état des colis, et assisté aux opérations de manutention des colis depuis les véhicules routiers jusqu'à la cale du navire.

Les inspecteurs ont également examiné les documents de transport afin de s'assurer de la traçabilité de la conformité des colis depuis leur départ, ainsi que le protocole de sécurité et les fiches de fonction des intervenants de transport. L'un des inspecteurs a visité la cale du navire afin de vérifier l'arrimage des colis et d'examiner le plan de chargement et les moyens de manutention disponibles sur celui-ci.

Les inspecteurs étaient accompagnés par des experts de l'IRSN, qui ont effectué des mesures radiologiques, tant sur les colis, que sur les moyens de transport routier afin de vérifier le respect des limites réglementaires.

Aucune non-conformité n'a été révélée par ces mesures. Au vu de cet examen, les inspecteurs n'ont pas relevé d'écart notable. Ils estiment que la sûreté des opérations de ce transport et son organisation étaient satisfaisantes.

4.2.2 Le contrôle de la maintenance des emballages

L'expéditeur ou l'utilisateur d'un emballage chargé de substances radioactives doit pouvoir prouver à l'ASN que cet emballage est inspecté périodiquement et, le cas échéant, réparé et maintenu en bon état, de sorte qu'il continue à satisfaire à toutes les prescriptions et spécifications pertinentes de son dossier de sûreté et de son certificat d'agrément, même après un usage répété. Pour les emballages agréés, les inspections réalisées par l'ASN concernent, par exemple, les activités de maintenance suivantes :

- les contrôles périodiques des composants de l'enveloppe de confinement (vis, soudures, joints, etc.) ;
- les contrôles périodiques des organes d'arrimage et de manutention ;
- la définition de la fréquence de remplacement des composants de l'emballage, qui doit prendre en compte toute réduction de performance due à l'usure, à la corrosion, au vieillissement, etc.

4.2.3 Le contrôle des colis non soumis à agrément

Pour les colis non soumis à un agrément de l'ASN, l'expéditeur doit être en mesure, de fournir, sur demande de l'ASN, les documents prouvant que le modèle de colis est conforme à la réglementation applicable. En particulier, pour chaque colis, un dossier démontrant que le modèle respecte les exigences réglementaires, notamment qu'il résiste aux épreuves requises,

et une attestation délivrée par le fabricant indiquant que les spécifications du modèle ont été pleinement respectées doivent être tenus à disposition de l'ASN.

Les différentes inspections réalisées ces dernières années confirment des progrès dans le respect de cette exigence et dans la prise en compte des recommandations de l'ASN formulées dans son guide relatif aux colis non soumis à agrément ([Guide n° 7](#), tome 3).

Ce guide, actualisé en 2016, propose une structure et un contenu minimal des dossiers de sûreté démontrant la conformité des colis non soumis à agrément à l'ensemble des prescriptions applicables, ainsi que le contenu minimal d'une attestation de conformité à la réglementation d'un modèle de colis.

L'ASN a ainsi noté des améliorations dans le contenu du certificat de conformité et du dossier de sûreté élaborés par les intervenants concernés, notamment pour les modèles de colis industriels. La représentativité des essais réalisés et la démonstration de sûreté associée restent des points d'attention lors des inspections de l'ASN, notamment pour les colis de type A.

Par ailleurs, l'ASN relève encore chez certains intervenants (concepteurs, fabricants, distributeurs, propriétaires, expéditeurs, entreprises réalisant les essais de chute réglementaires, la maintenance des emballages, etc.) des insuffisances dans les éléments visant à démontrer la conformité des colis à la réglementation. Les axes d'amélioration portent notamment sur les points suivants :

- la description des contenus autorisés par type d'emballage ;
- la démonstration de l'absence de perte ou de dispersion du contenu radioactif en conditions normales de transport ;
- le respect des prescriptions réglementaires en matière de radioprotection, notamment la démonstration, dès la conception, de l'impossibilité de dépasser les limites de débit de dose avec le contenu maximal autorisé.

4.2.4 Le contrôle de l'expédition et du transport des colis

Les inspections de l'ASN portent sur l'ensemble des exigences réglementaires incombant à chacun des acteurs du transport, à savoir le respect des exigences du certificat d'agrément ou de l'attestation de conformité, la formation des intervenants, la mise en œuvre d'un programme de protection radiologique, le bon arrimage des colis, les mesures de débit de dose et de contamination, la conformité documentaire, la mise en œuvre d'un programme d'assurance de la qualité, etc.

S'agissant plus particulièrement des transports liés aux activités nucléaires de proximité, les inspections de l'ASN confirment des disparités significatives d'un opérateur de transport à l'autre. Les écarts les plus fréquemment relevés portent sur le management de la qualité, le respect effectif des procédures mises en place et la radioprotection des travailleurs.

La connaissance de la réglementation applicable au transport de substances radioactives semble notamment imparfaite dans le secteur médical, où les dispositions mises en place par certains centres hospitaliers ou centres de médecine nucléaire pour les expéditions et réceptions de colis sont à renforcer. Leur système de management de la qualité reste encore à formaliser et à déployer, notamment en ce qui concerne les responsabilités de chacun des personnels impliqués pour la réception et l'expédition des colis.

Plus généralement, dans les activités de transport du nucléaire de proximité, les programmes de protection radiologique et les protocoles de sécurité ne sont encore pas systématiquement élaborés. L'ASN a également constaté que les contrôles à l'expédition sur les véhicules et les colis doivent encore être améliorés. Les inspections portant sur le transport de gammagraphes mettent régulièrement en lumière un calage ou un arrimage inapproprié.

Dans le secteur des INB, l'ASN estime que les expéditeurs doivent améliorer la démonstration du fait que le contenu chargé dans l'emballage est effectivement conforme aux spécifications des certificats d'agrément et des dossiers de sûreté correspondants, y compris si cette démonstration est réalisée par une entreprise tierce. Dans ce dernier cas, l'expéditeur doit alors, au titre de ses responsabilités, vérifier que cette démonstration est appropriée et surveiller l'entreprise tierce selon les modalités usuelles d'un système d'assurance de la qualité.

Comme de plus en plus d'exploitants d'INB font appel à des prestataires pour la préparation et l'expédition des colis de substances radioactives, l'ASN porte une attention particulière à l'organisation mise en place pour assurer la surveillance de ces prestataires.

Enfin, en ce qui concerne les transports internes au sein des centrales nucléaires, l'ASN estime que l'exploitant doit rester vigilant sur l'application des règles d'arrimage des colis.

4.2.5 Le contrôle de la préparation à la gestion des situations d'urgence

Afin de renforcer la préparation des intervenants du transport (principalement les expéditeurs et les transporteurs) à la gestion des situations d'urgence, l'ASN a publié en décembre 2014 le [Guide n° 17](#) relatif au contenu des plans de gestion des accidents et incidents de transport de substances radioactives. Ce guide recommande l'élaboration de plans afin de se préparer à la gestion des situations d'urgence et indique quel devrait être le contenu minimum de ces plans.

4.2.6 L'analyse des événements relatifs au transport

La sûreté du transport de substances radioactives repose notamment sur l'existence d'un système fiable de détection et de traitement des anomalies, des écarts ou, plus généralement, des

Inspection d'un transport de combustible neuf destiné au réacteur EPR de Flamanville

En vue de la future mise en service du nouveau réacteur EPR de Flamanville, EDF a commencé à recevoir dans l'installation (piscine du bâtiment du combustible) les premiers assemblages combustibles neufs. Ceci a conduit, fin 2020, à quelques convois routiers en provenance de l'usine Framatome de Romans-sur-Isère.

Les inspections relatives à ce type de transport sont généralement réalisées au départ de l'usine ou à l'arrivée des convois à la centrale nucléaire ; mais ils peuvent également avoir lieu à un autre moment du parcours.

Une équipe d'inspecteurs de l'ASN a ainsi réalisé une inspection inopinée, en soirée, lors de l'arrêt du convoi sur un site d'étape. Ceci a permis de contrôler la conformité des opérations de transport, la conformité des véhicules et la compétence des chauffeurs. L'ASN a également contrôlé la bonne mise en œuvre de l'arrêté relatif au zonage radiologique, applicable lors de ce type de stationnement prolongé. Cette inspection n'a pas mis en évidence d'écarts aux réglementations en vigueur. Seuls quelques points d'amélioration ont été notifiés à l'exploitant du site d'étape.

Inspection des activités d'Isovital relatives au transport de radiopharmaceutiques

L'ASN a procédé le 19 octobre 2020 à une inspection des activités d'Isovital sur le thème de la radioprotection des travailleurs et de l'environnement, des prestations de conseiller en radioprotection et de conseiller à la sécurité au transport. Il ressort de cette inspection que les problématiques liées à la radioprotection ne sont pas prises en compte de manière satisfaisante par la société. L'organisation de la radioprotection mise en place par la société reste à clarifier, tant en interne, que pour ses prestations de conseil en radioprotection. En outre, les évaluations individuelles de l'exposition aux rayonnements ionisants et les études de risques ne sont pas assez

détaillées pour pouvoir justifier les contraintes de doses définies et le classement des travailleurs.

Enfin, plusieurs manquements importants vis-à-vis de la réglementation transport ont été également constatés, notamment un système de gestion de la qualité défaillant, se traduisant par l'indisponibilité de certains documents lors de l'inspection, l'absence de traitement des écarts relevés par l'ASN lors des inspections ou encore le recours à des transporteurs non déclarés auprès de l'ASN pour la sous-traitance de transport de substances radioactives. L'ASN veillera à ce que ces manquements soient corrigés.

événements anormaux pouvant survenir. Ainsi, une fois détectés, ces événements doivent être analysés afin :

- de prévenir le renouvellement d'événements identiques ou similaires par la mise en œuvre de mesures correctives et préventives appropriées ;
- d'éviter qu'une situation aggravée puisse se produire, en analysant les conséquences potentielles d'événements pouvant être précurseurs d'événements plus graves ;
- d'identifier les bonnes pratiques à promouvoir afin d'améliorer la sûreté des transports.

La réglementation prévoit de plus que les événements les plus importants soient [télédéclarés](#) auprès de l'ASN, afin qu'elle puisse s'assurer du bon fonctionnement du système de détection, de la démarche d'analyse et de la prise en compte du retour d'expérience. Cela permet également à l'ASN de disposer d'une vision d'ensemble des événements afin de favoriser le partage du retour d'expérience entre les différents acteurs – y compris au niveau international – et d'alimenter ses réflexions sur les potentielles évolutions des dispositions encadrant le transport de substances radioactives (voir encadré page 284).

Comme demandé dans l'article 7 de l'[arrêté du 29 mai 2009 modifié](#) relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres, tout événement significatif concernant le transport de substances radioactives, que ses conséquences soient réelles ou potentielles, doit faire l'objet d'une déclaration à l'ASN sous quatre jours ouvrés, selon les modalités de son [Guide n° 31](#) relatif à la déclaration des événements. Ce guide, entièrement refondu en 2017, est consultable sur [asn.fr](#). Après la déclaration, un compte-rendu détaillé de l'événement doit être adressé sous deux mois à l'ASN.

Événements déclarés en 2020

En 2020, dans le domaine du transport de substances radioactives, 71 événements classés au niveau 0 de l'échelle internationale des événements nucléaire (*International Nuclear and Radiological Event Scale – INES*) et 4 événements de niveau 1 ont été déclarés à l'ASN. Par rapport à 2019, on observe une légère diminution du nombre d'événements de niveau 0 alors que celui des événements de niveau 1 reste stable. Le graphique 4 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés depuis 2003.

En complément, l'ASN a reçu la déclaration de 33 événements intéressants pour la sûreté des transports (EIT), chiffre stable par rapport à 2019. Du fait de leur absence de conséquences réelles ou potentielles, ces événements ne sont pas classés sur l'échelle INES. Leur déclaration auprès de l'ASN ne constitue pas une obligation, mais cette dernière encourage son information périodique afin d'avoir une vision globale des EIT et détecter potentiellement une récurrence ou des tendances qui pourraient être révélatrices d'un problème.

Domaines d'activité concernés par ces événements

La majorité des [événements significatifs](#) déclarés concerne l'industrie nucléaire. Un peu plus de 10 % seulement concernent les transports liés aux activités de l'industrie non nucléaire (transport de gammagraphes essentiellement). Près d'un quart intéresse les transports de produits pharmaceutiques, dont trois ont été déclarés de niveau 1 sur l'échelle INES. Ils portaient sur le dépassement d'une valeur limite réglementaire d'exposition d'un travailleur. Le quatrième événement classé de niveau 1 sur l'échelle INES concernait le dépassement de la limite de débit de dose au contact d'un colis excepté transportant du matériel et des outils contaminés.

Le graphique 5 présente la répartition des événements significatifs déclarés par critère de déclaration, et le graphique 6 présente leur répartition en fonction du contenu et du mode de transport.

L'ASN constate que la majorité des EIT est déclarée par des acteurs de l'industrie nucléaire, avec peu de déclarations des acteurs du secteur médical et de l'industrie non nucléaire rapportés aux flux de transports concernés. L'ASN rappelle toutefois que la déclaration des EIT n'est pas une obligation réglementaire.

Causes des événements

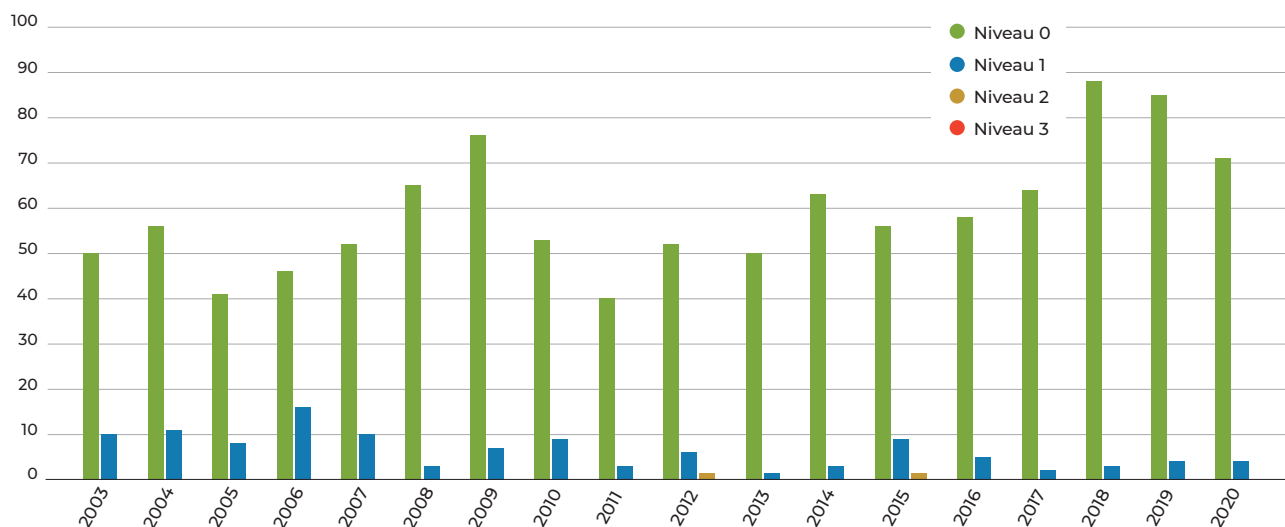
Parmi les causes récurrentes des événements significatifs (EST) déclarés en 2020, on peut citer :

- des non-conformités affectant le colis : elles concernent principalement des erreurs de calcul de l'indice de transport entraînant un défaut d'étiquetage et le non-respect de certaines dispositions indiquées dans le dossier de sûreté ou la notice d'utilisation. Ces événements n'ont pas entraîné de conséquences réelles sur la sûreté ou la radioprotection. Toutefois, dans certaines conditions, en cas d'accident, la résistance du colis pourrait être diminuée ;
- des défauts de placardage des véhicules de transport ou des manquements dans les documents de transport ;
- la présence de points de contamination dépassant les limites réglementaires, détectés principalement sur des moyens de transport ayant servi à transporter des colis de combustible usé. L'impact de ces événements sur la radioprotection est faible car les points de contamination détectés étaient inaccessibles ;
- des défauts d'arrimage de matériels et d'outils contaminés transportés dans des conteneurs ;
- des erreurs de livraison ou des colis momentanément égarés.

Les EIT déclarés à l'ASN sont principalement des écarts liés au mauvais étiquetage des colis, à l'absence de documents de transport, ainsi qu'à des accidents mineurs de circulation n'ayant pas mis en cause la sûreté du colis transporté.

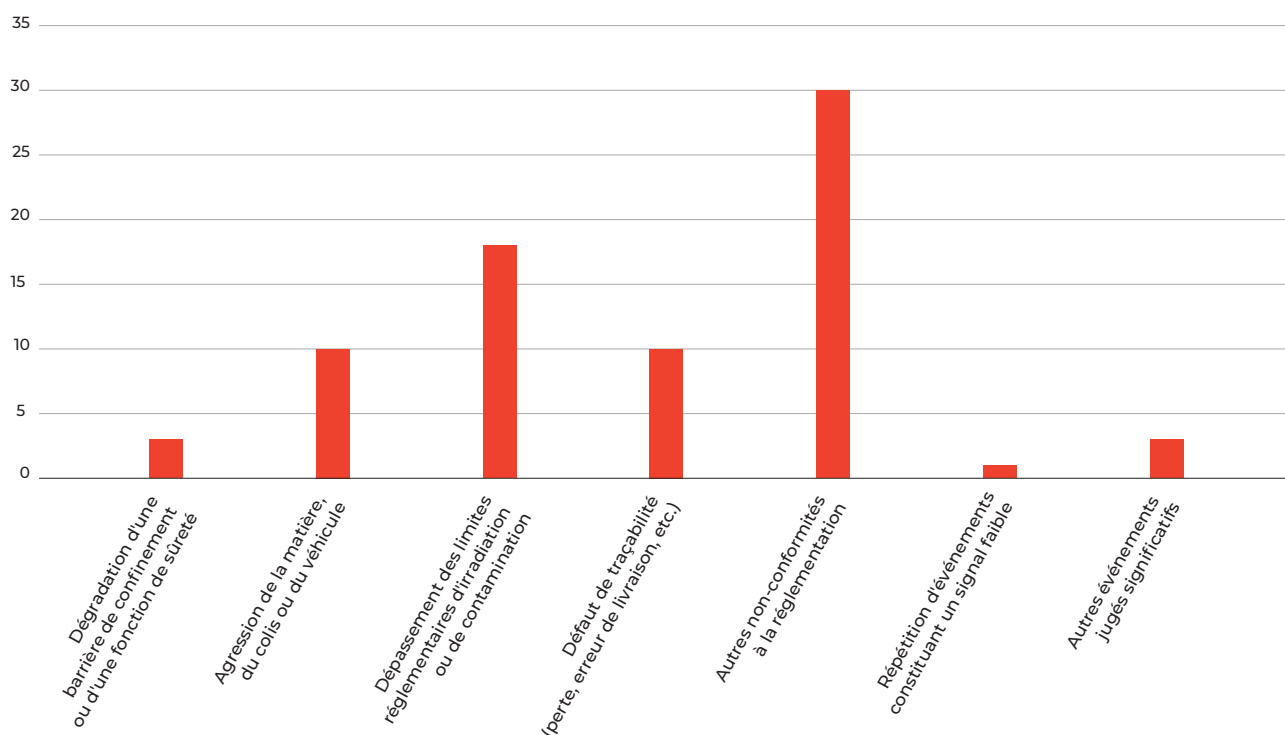
GRAPHIQUE 4

Évolution du nombre d'événements significatifs de transport de substances radioactives déclarés entre 2003 et 2020



GRAPHIQUE 5

Répartition des événements significatifs déclarés en 2020 par critère de déclaration



4.3 Participer à l'élaboration de la réglementation applicable aux transports de substances radioactives

4.3.1 Participation aux travaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique

L'ASN représente la France au sein du comité des normes de sûreté concernant le transport (*Transport Safety Standards Committee – TRANSSC*) de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), qui regroupe des experts de tous les pays et examine les normes de sûreté de l'AIEA qui sont à la source des réglementations relatives aux transports de substances radioactives. Dans un souci d'amélioration continue du niveau

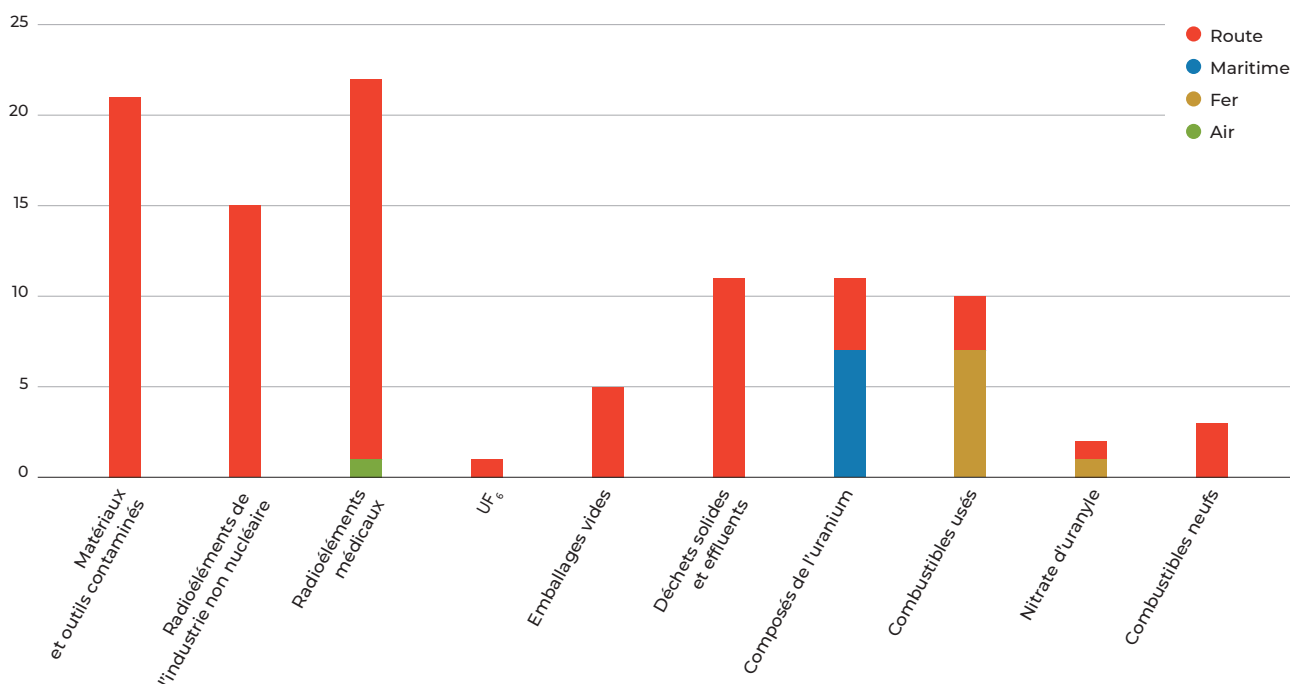
de sûreté, l'ASN a notamment participé activement à l'élaboration de l'édition 2018 de ce document, *SSR-6*, dont une traduction française est disponible depuis mi-2019. La publication du guide AIEA d'application du règlement de transport des matières radioactives (*SSG-26*) est attendue pour 2021.

4.3.2 Participation à l'élaboration de la réglementation nationale

L'ASN participe à l'élaboration de la réglementation française relative aux transports de substances radioactives. Cette réglementation est principalement composée de l'[arrêté du 29 mai 2009](#), et des [arrêtés du 23 novembre 1987](#) relatif à la sécurité des navires et du [18 juillet 2000](#) relatif au transport

GRAPHIQUE 6

Répartition des événements de transport déclarés, selon le contenu et le mode de transport en 2020



et à la manutention des matières dangereuses dans les ports maritimes. À ce titre, l'ASN siège au sein du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques qui est appelé à donner son avis sur tout projet de réglementation relatif au transport de marchandises dangereuses par voies ferrée, routière et navigation intérieure. L'ASN est également consultée par le ministère en charge des transports lorsqu'une modification des trois arrêtés cités ci-dessus peut avoir un impact sur les transports de substances radioactives.

En 2020, l'ASN a ainsi rendu un avis sur un projet d'arrêté modifiant les arrêtés du 23 novembre 1987 et du 29 mai 2009.

Enfin, le cadre réglementaire relatif à la protection des substances radioactives contre les actes de malveillance, hors matières nucléaires qui faisaient déjà l'objet d'une réglementation

particulière, a été renforcé en 2019: l'ASN s'est assurée, notamment, que les opérations de transport, au cours desquelles les substances sont particulièrement vulnérables, étaient convenablement prises en compte dans l'[arrêté du 29 novembre 2019](#) relatif à la protection des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance.

4.4 Contribuer à l'information du public

L'[ordonnance n° 2012-6 du 5 janvier 2012](#) modifiant les livres I^{er} et V du code de l'environnement étend les obligations d'information du public aux responsables d'activité nucléaire. C'est l'[article L. 125-10 du code de l'environnement](#) qui fixe le seuil à partir duquel le responsable du transport doit communiquer les informations qu'un citoyen lui demande. Les seuils sont définis comme étant ceux « *au-dessus desquels, en application des conventions et règlements internationaux régissant le transport des marchandises dangereuses, du code des transports et des textes pris pour leur application, le transport de substances radioactives est soumis à la délivrance, par l'ASN ou par une autorité étrangère compétente dans le domaine du transport de substances radioactives,*

Télédéclaration des événements de transport

La publication de l'[arrêté du 11 décembre 2018](#) modifiant l'arrêté du 29 mai 2009 relatif aux transports de marchandises dangereuses par voie terrestre a rendu obligatoire, à compter du 1^{er} janvier 2019, l'usage du portail de [téléservices](#) de l'ASN pour la déclaration des événements significatifs liés au transport de substances radioactives empruntant la voie publique. Dans un souci d'harmonisation, le portail de téléservices a également été étendu mi-2019 à la déclaration des événements de transport interne de matières dangereuses survenant dans les installations nucléaires de base (INB).

La déclaration d'un événement selon les modalités du Guide n°31 de l'ASN ne se substitue pas à l'obligation d'alerte immédiate de l'ASN en cas de situation d'urgence.

Événements liés au transport de minéral en provenance de pays tiers

Les transports de minéral d'uranium naturel réalisés dans le cadre du « cycle du combustible » depuis des mines situées en Asie centrale, en Afrique et en Australie, font l'objet d'écartés récurrents: à leur arrivée en France, des points de contamination dépassant les limites réglementaires et des fûts endommagés sont découverts. L'ASN a constaté une légère amélioration de la situation par rapport à 2017, mais continue d'œuvrer, en lien avec les acteurs du transport et les commanditaires, à l'amélioration des conditions de transport de ces colis.

d'un agrément du modèle de colis de transport ou d'une approbation d'expédition, y compris sous arrangement spécial». Tout citoyen peut donc solliciter des informations auprès des responsables de transport sur les risques présentés par les transports visés par le code de l'environnement.

Par ailleurs, l'ASN met à disposition, sur asn.fr, un [dossier pédagogique](#) présentant le transport de substances radioactives.

4.5 Participer aux relations internationales dans le domaine des transports

L'élaboration et la mise en œuvre de la réglementation internationale font l'objet d'échanges fructueux entre les pays. L'ASN inscrit ces échanges dans une démarche de progrès continu du niveau de sûreté des transports de substances radioactives et favorise les échanges avec ses homologues des autres États.

4.5.1 Travaux de l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine des transports

Une association européenne des autorités compétentes pour le transport de substances radioactives (*European Association of Competent Authorities on the Transport of Radioactive Material* – [EACA](#)) a été créée en décembre 2008. Son objectif est d'œuvrer pour l'harmonisation des pratiques relatives au contrôle de la sûreté des transports de substances radioactives et de favoriser les échanges et le retour d'expérience entre les différentes autorités. La France, qui est à l'origine de la création de cette association, participe activement à ses travaux en y exposant notamment le fruit de ses réflexions sur les évolutions réglementaires nécessaires, en particulier à l'occasion de la réunion annuelle de cette association.

4.5.2 Relations bilatérales avec les homologues étrangers de l'ASN

L'ASN s'attache à entretenir des relations étroites avec les autorités compétentes des pays concernés par de nombreux transports à destination ou en provenance de France. Parmi ceux-ci figurent notamment l'Allemagne, la Belgique, le Royaume-Uni et la Suisse.

Allemagne

Les autorités française et allemande ont décidé en 2016 de se rencontrer régulièrement afin d'échanger sur certains dossiers techniques. De plus, l'ASN participe aux comités techniques franco-allemands concernant le programme de retour des déchets issus du retraitement du combustible irradié allemand. Un nouvel emballage est en cours de conception en Allemagne pour le transport des déchets compactés. Dans ce cadre, l'autorité de sûreté allemande informe l'ASN de l'avancement de l'instruction technique de la demande d'agrément. Une fois émis, le certificat d'agrément devra être validé par l'ASN pour que le modèle de colis puisse être utilisé en France.

Belgique

Dans le cadre de sa production d'énergie électrique d'origine nucléaire en Belgique, des emballages de conception française sont parfois utilisés pour réaliser des transports liés au « cycle du combustible ». Afin d'harmoniser les pratiques et de progresser dans le domaine de la sûreté de ces transports, l'ASN et l'autorité compétente belge (Agence fédérale pour le contrôle nucléaire – [AFCN](#)) échangent régulièrement leur savoir-faire et leur expérience. Les échanges portent plus particulièrement sur l'instruction des dossiers de sûreté relatifs aux modèles de colis français dont l'agrément est validé en Belgique et sur les pratiques d'inspection dans chaque pays.

Édition 2018 du règlement de transport de matières radioactives (SSR-6)

Les principaux changements introduits dans l'édition 2018 du règlement sur les transports, par rapport à la précédente édition de 2012, portent sur :

- un meilleur encadrement des colis utilisés à la fois pour les opérations d'acheminement et d'entreposage (*duals purpose cask* ou DPC);
- la création des objets SCO-III pour le transport des objets volumineux non emballés;
- une meilleure prise en compte des mécanismes de vieillissement lors de la conception des colis;
- le renforcement de la protection du bouchon des cylindres d'UF₆;
- la suppression de l'essai de lixiviation pour les matières LSA-III.

Royaume-Uni

L'ASN et l'autorité compétente britannique (*Office for Nuclear Regulation* – [ONR](#)) ont de nombreux sujets d'intérêt commun, notamment en ce qui concerne les validations des agréments anglais par l'ASN et réciproquement. De fait, des contacts bilatéraux ont lieu régulièrement pour assurer la bonne communication entre ces deux autorités.

Suisse

L'ASN a engagé en 2012 des échanges bilatéraux concernant les transports avec l'Inspection fédérale Suisse de la sécurité nucléaire ([IFSN](#), appelée en allemand *Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat* – ENSI). Depuis, l'ASN et l'IFSN se rencontrent annuellement pour échanger sur les dossiers de sûreté des modèles d'emballage et sur les contrôles des prescriptions associées à la bonne utilisation des colis de transport.



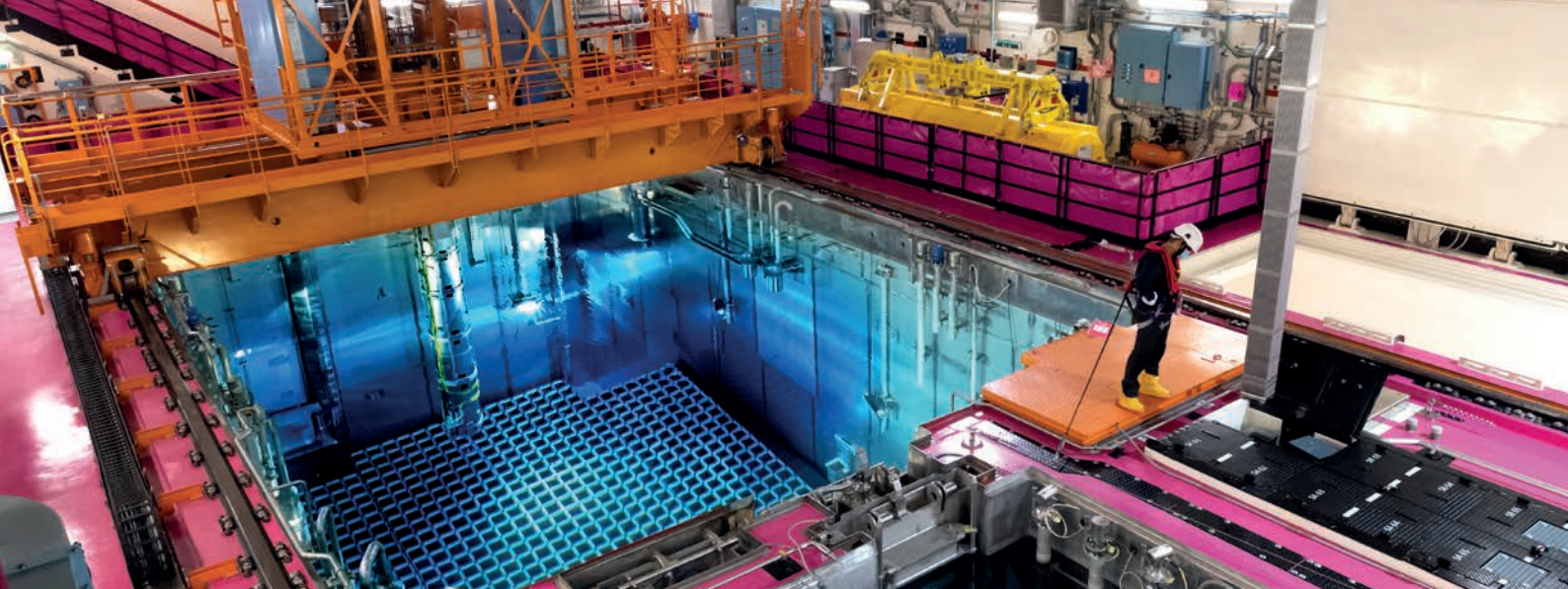
INCIDENCE COVID

Pour faire face aux conséquences de la crise sanitaire, la France a pris plusieurs dispositions. Elle a ainsi signé dans un premier temps, le 19 mars 2020, l'accord multilatéral M324 pour étendre exceptionnellement la durée des certificats de formation des conducteurs et des conseillers à la sécurité désignés dans les entreprises (CST), dont la validité arrivait à échéance, jusqu'au 30 novembre 2020. Elle a de nouveau signé, le 26 octobre 2020, l'accord multilatéral M330 pour reporter cette échéance au 28 février 2021.

Enfin, l'arrêté du 10 décembre 2020 a introduit des dérogations à certaines dispositions de l'arrêté du 29 mai 2009 relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres (dit « arrêté TMD »). Cet arrêté allège certaines contraintes qui s'appliquent aux CST et aux organismes de contrôle agréés au titre des contrôles relatifs à l'assurance de la qualité pour la fabrication des emballages, du fait des mesures de confinement et des règles de distanciation physique imposées par la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19.

CHAPITRE 10

LES CENTRALES NUCLÉAIRES D'EDF



1 Généralités sur les centrales nucléaires P. 288

- 1.1 Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression
- 1.2 Le cœur, le combustible et sa gestion
- 1.3 Le circuit primaire et les circuits secondaires
- 1.4 Le circuit de refroidissement du circuit secondaire
- 1.5 L'enceinte de confinement
- 1.6 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde
- 1.7 Les autres systèmes importants pour la sûreté

2 Le contrôle de la sûreté nucléaire P. 292

- 2.1 **Le combustible**
 - 2.1.1 Les évolutions du combustible et de sa gestion en réacteur
 - 2.1.2 L'évaluation de l'état du combustible et de sa gestion en réacteur
- 2.2 **Les équipements sous pression nucléaires**
 - 2.2.1 Le contrôle de la conformité de la conception et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires
 - 2.2.2 L'évaluation de la conception et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires
 - 2.2.3 Le contrôle de l'exploitation des équipements sous pression
 - 2.2.4 L'évaluation des équipements sous pression en exploitation
- 2.3 **Les enceintes de confinement**
 - 2.3.1 Le contrôle des enceintes de confinement
 - 2.3.2 L'évaluation de l'état des enceintes de confinement
- 2.4 **La prévention et la maîtrise des risques**
 - 2.4.1 Le contrôle de l'élaboration et de l'application des règles générales d'exploitation
 - 2.4.2 L'évaluation de l'exploitation des réacteurs
 - 2.4.3 Le contrôle de la maintenance des installations
 - 2.4.4 L'évaluation de la maintenance
 - 2.4.5 La prévention des effets des agressions d'origine interne ou externe
 - 2.4.6 L'évaluation de la maîtrise des risques liés aux agressions

- 2.4.7 Le contrôle de la conformité des installations aux exigences
- 2.4.8 L'évaluation de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables

2.5 La prévention et la maîtrise de l'impact environnemental et sanitaire

- 2.5.1 Le contrôle des rejets et de la gestion des déchets
- 2.5.2 La prévention des impacts sanitaires et des pollutions des sols
- 2.5.3 L'évaluation de la maîtrise des nuisances et de l'impact sur l'environnement

2.6 La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté

- 2.6.1 Le contrôle du fonctionnement des organisations
- 2.6.2 L'évaluation du fonctionnement des organisations et de la maîtrise des activités

2.7 La radioprotection des personnels

- 2.7.1 Le contrôle de la radioprotection des personnels
- 2.7.2 L'évaluation de la radioprotection des personnels

2.8 Le droit du travail dans les centrales nucléaires

- 2.8.1 Le contrôle du droit du travail dans les centrales nucléaires
- 2.8.2 L'évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

2.9 Le retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima

2.10 La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires

- 2.10.1 L'âge des centrales nucléaires
- 2.10.2 Le réexamen périodique
- 2.10.3 Les réexamens périodiques en cours des centrales nucléaires

2.11 L'EPR de Flamanville

- 2.11.1 L'instruction des demandes d'autorisation
- 2.11.2 Le contrôle de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement
- 2.11.3 L'évaluation de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville

2.12 Les études sur les réacteurs du futur

3 Perspectives P. 323

Les centrales nucléaires d'EDF

Les réacteurs de production d'électricité sont au cœur de l'industrie nucléaire en France. De nombreuses autres installations décrites dans d'autres chapitres de ce rapport produisent le combustible destiné aux centrales nucléaires ou le retraitent, stockent des déchets provenant des centrales nucléaires ou encore servent à étudier des phénomènes physiques liés à l'exploitation ou à la sûreté de ces réacteurs.

Les réacteurs français sont techniquement proches les uns des autres et forment un [parc standardisé](#) exploité par EDF. Si cette homogénéité permet à l'exploitant et à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) de disposer d'une solide expérience de leur fonctionnement, elle conduit aussi à un risque accru en cas de défaut générique de conception, de fabrication ou de maintenance détecté sur l'une de ces installations, pouvant affecter l'ensemble des réacteurs. L'ASN exige donc d'EDF une forte réactivité et une grande rigueur dans l'analyse du caractère générique de ces défauts et de leurs conséquences pour la protection des personnes et de l'environnement, ainsi que dans leur traitement.

L'ASN exerce un [contrôle très exigeant de la sûreté](#), des [mesures de protection de l'environnement et de la radioprotection](#) dans les centrales nucléaires et l'adapte continuellement au regard, notamment, du retour d'expérience de conception, de fabrication, d'exploitation et de

maintenances des composants des réacteurs électronucléaires. Pour [contrôler la sûreté des réacteurs en fonctionnement](#), en construction et en projet, l'ASN mobilise quotidiennement près de 200 agents au sein de la direction des centrales nucléaires (DCN), de la direction des équipements sous pression nucléaires (DEP) et de ses [divisions territoriales](#), et s'appuie sur près de 200 experts de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

L'ASN développe une [approche intégrée du contrôle des installations](#). Elle intervient à tous les stades de la vie des réacteurs électronucléaires, depuis leur conception jusqu'à leur démantèlement et leur déclassement. Son périmètre d'intervention élargi la conduit à examiner, à chacun des stades, les domaines de la sûreté nucléaire, de la protection de l'environnement, de la radioprotection, de la sécurité des travailleurs et de l'application des lois sociales. Pour chacun de ces domaines, elle contrôle tant les aspects techniques qu'organisationnels et humains. Cette approche lui impose de prendre en compte les interactions entre ces domaines et de définir les modalités de son action de contrôle en conséquence. La vision intégrée qui en résulte permet à l'ASN d'affiner son appréciation de l'état de la sûreté nucléaire, de la radioprotection, de la protection de l'environnement et de la protection des travailleurs des centrales nucléaires.

1. Généralités sur les centrales nucléaires

1.1 Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression

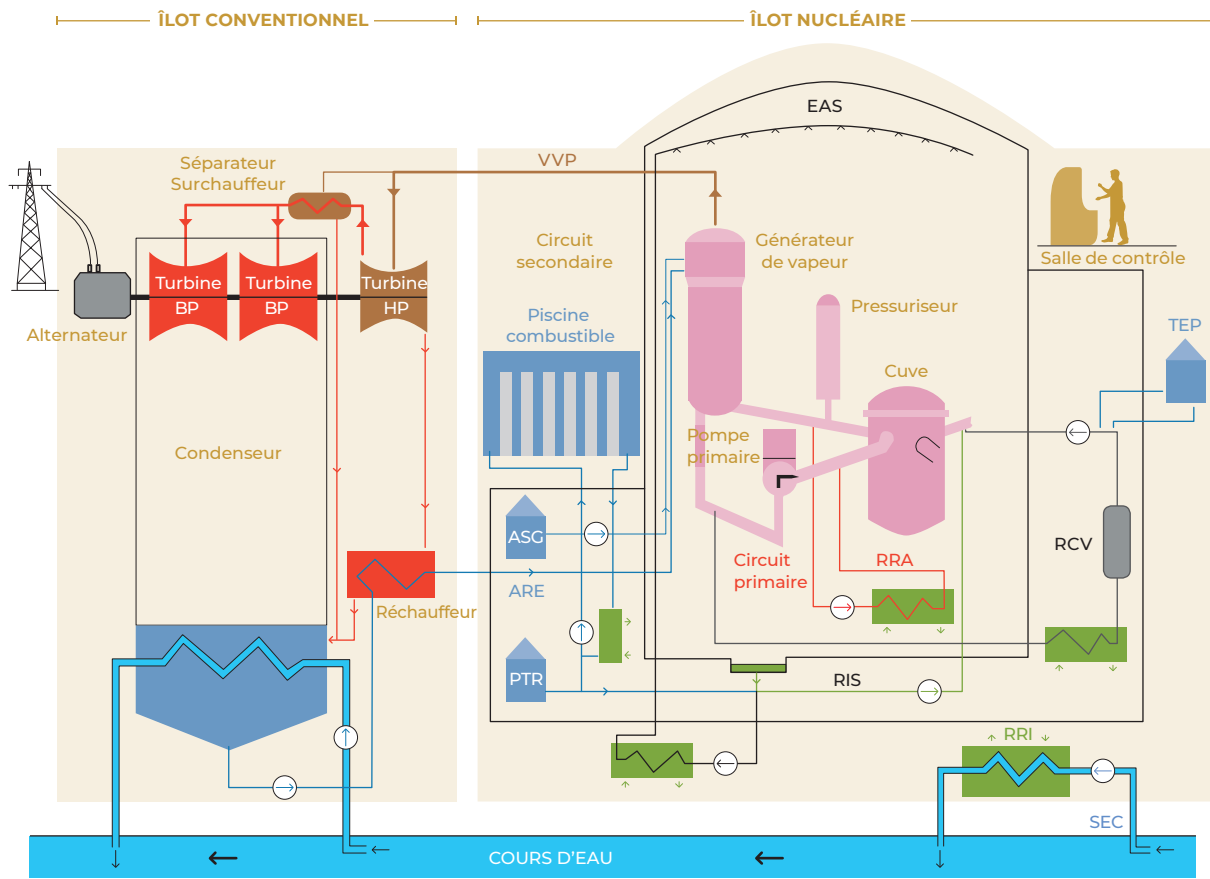
Toute centrale électrique thermique produit, en faisant passer de la chaleur d'une source chaude vers une source froide, de l'énergie mécanique qu'elle transforme en électricité. Les centrales thermiques classiques utilisent la chaleur dégagée par la combustion de combustibles fossiles (fioul, charbon, gaz). Les centrales nucléaires utilisent celle dégagée par la fission d'atomes d'uranium ou de plutonium. La chaleur produite dans un réacteur à eau sous pression (REP) permet la formation de vapeur d'eau qui n'entre pas en contact avec le combustible nucléaire. La vapeur est ensuite détendue dans une turbine qui entraîne un alternateur générant un courant électrique triphasé dont la tension est élevée à 400 000 volts (V) par un transformateur. La vapeur, après détente, est refroidie dans un condenseur au contact de tubes dans lesquels circule de l'eau froide provenant de la mer, d'un cours d'eau (fleuve, rivière) ou d'un circuit de réfrigération atmosphérique. L'eau condensée est réutilisée dans le cycle de production de vapeur.

Chaque [réacteur](#) comporte un îlot nucléaire, un îlot conventionnel, des ouvrages de prise et de rejet d'eau et éventuellement un aéroréfrigérant.

L'îlot nucléaire comprend essentiellement la cuve du réacteur, le [circuit primaire](#), les générateurs de vapeur (GV) et des circuits et systèmes assurant le fonctionnement et la sûreté du réacteur : les circuits de contrôle chimique et volumétrique, de refroidissement à l'arrêt, d'injection de sécurité, d'aspersion dans l'enceinte, d'alimentation en eau des GV, les systèmes électriques, de [contrôle-commande](#) et de protection du réacteur. À ces éléments sont également associés des circuits et systèmes assurant des fonctions support : contrôle et traitement des effluents primaires, alimentation en eau, ventilation et climatisation, alimentation électrique de sauvegarde (groupes électrogènes à moteur diesel).

L'îlot nucléaire comprend également les systèmes d'évacuation de la vapeur vers l'îlot conventionnel ainsi que le bâtiment abritant la piscine d'entreposage et de refroidissement des combustibles neufs et usés. L'eau de celle-ci, mélangée à de l'acide borique, sert à absorber les neutrons émis par les noyaux des éléments

Le principe de fonctionnement d'un réacteur à eau sous pression



ARE : circuit de régulation du débit d'eau alimentaire
 ASG : circuit d'eau alimentaire de secours des générateurs de vapeur
 EAS : circuit d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur
 PTR : circuit de réfrigération et de purification de l'eau des piscines
 RCV : système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur
 RIS : circuit d'injection de sécurité

RRA : système de refroidissement du réacteur à l'arrêt
 RRI : circuit de réfrigération intermédiaire
 SEC : circuit d'eau brute secourue
 TEP : circuit de traitement des effluents primaires
 Turbine BP ou HP : pour basse pression ou haute pression
 VVP : systèmes d'évacuation de la vapeur

fissiles des combustibles usés, pour éviter d'entretenir une fission nucléaire, à assurer le refroidissement des combustibles usés et à la protection radiologique des travailleurs.

L'îlot conventionnel comprend notamment la turbine, l'alternateur et le condenseur. Certains composants de ces matériels participent à la sûreté du réacteur. Les circuits secondaires appartiennent pour partie à l'îlot nucléaire et pour partie à l'îlot conventionnel.

1.2 Le cœur, le combustible et sa gestion

Le **cœur du réacteur** est constitué d'assemblages de combustibles qui sont constitués de « crayons », composés de « pastilles » d'oxyde d'uranium et d'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium (pour les combustibles dits « MOX »), contenues dans des tubes métalliques fermés, appelés « gaines ». Lors de leur fission, les noyaux d'uranium ou de plutonium, dits « fissiles », émettent des neutrons qui provoquent, à leur tour, d'autres fissions : c'est la réaction en chaîne. Ces fissions nucléaires dégagent une grande quantité d'énergie sous forme de chaleur. L'eau du circuit primaire, qui pénètre dans le cœur par la partie inférieure à une température d'environ 285 °C, s'échauffe en remontant le long des crayons combustibles et ressort par la partie supérieure à une température proche de 320 °C.

Au début d'un cycle de fonctionnement, le cœur présente une réserve d'énergie très importante. Celle-ci diminue progressivement pendant le cycle, au fur et à mesure de la consommation

des noyaux fissiles. La réaction en chaîne, et donc la puissance du réacteur, est contrôlée par :

- l'introduction plus ou moins importante dans le cœur de dispositifs appelés « grappes de commande », qui contiennent des éléments absorbant les neutrons. Elles permettent de contrôler la réactivité du réacteur et d'ajuster sa puissance à la puissance électrique que l'on veut produire. La chute des grappes par gravité permet l'arrêt d'urgence du réacteur ;
- l'ajustement de la concentration en **bore** (élément absorbant les neutrons) de l'eau du circuit primaire pendant le cycle en fonction de l'épuisement progressif du combustible en éléments fissiles ;
- la présence, dans les crayons combustibles, d'éléments absorbant les neutrons, qui compensent en début de cycle l'excès de réactivité du cœur après le renouvellement partiel du combustible.

En fin de cycle, le cœur du réacteur est déchargé afin de renouveler une partie du combustible.

EDF utilise deux types de combustible dans les REP :

- des combustibles à base d'oxyde d'uranium (UO_2) enrichi en uranium 235, à 4,5% en masse au maximum. Ces combustibles sont fabriqués dans plusieurs usines, françaises et étrangères, par Framatome et Westinghouse ;
- des combustibles constitués par un mélange d'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium (MOX). Le combustible MOX est

produit par l'[usine Melox](#) d'Orano. La teneur maximale en plutonium autorisée est actuellement limitée à 9,08 % (en moyenne par assemblage de combustible) et permet d'obtenir une performance énergétique équivalente à du combustible UO₂ enrichi à 3,7 % en uranium 235. Ce combustible peut être utilisé dans les 24 réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe) dont les décrets d'autorisation de création autorisent l'utilisation de combustible au plutonium.

EDF a standardisé le mode d'utilisation du combustible dans ses réacteurs, dénommé «gestion de combustible». Une gestion de combustible, qui concerne des réacteurs similaires, est caractérisée notamment par :

- la nature du combustible et sa teneur initiale en matière fissile;
- le taux d'épuisement maximal du combustible lors de son retrait du réacteur, caractérisant la quantité d'énergie extraite par tonne de matière, exprimé en gigawatts jour par tonne;
- la durée d'un cycle de fonctionnement du réacteur;
- le nombre d'assemblages de combustible neuf rechargés à l'issue de chaque arrêt du réacteur pour renouveler le combustible (généralement un tiers ou un quart du total des assemblages).

1.3 Le circuit primaire et les circuits secondaires

Le circuit primaire et les [circuits secondaires](#) permettent de transporter l'énergie dégagée par le cœur sous forme de chaleur jusqu'au groupe turbo-alternateur qui assure la production d'électricité.

Le circuit primaire est composé de boucles de refroidissement, au nombre de trois pour un réacteur de 900 MWe, et de quatre pour les réacteurs de 1300 MWe, de 1450 MWe ou de 1650 MWe de type EPR. Le rôle du circuit primaire est d'extraire la chaleur dégagée dans le cœur par circulation d'eau sous pression, dite «eau primaire» ou «réfrigérant primaire». Chaque boucle, raccordée à la cuve du réacteur qui contient le cœur, comprend une pompe de circulation, dite «pompe primaire», et un générateur de vapeur. L'eau primaire, chauffée à plus de 300° C, est maintenue à une pression de 155 bars par le pressuriseur, pour éviter l'ébullition. Le circuit primaire est contenu en totalité dans l'enceinte de confinement.

L'eau du circuit primaire cède sa chaleur à l'eau des circuits secondaires dans les générateurs de vapeur. Les générateurs de vapeur sont des échangeurs de chaleur qui contiennent, selon le modèle, de 3500 à 5600 tubes dans lesquels circule l'eau primaire. Ces tubes baignent dans l'eau du circuit secondaire, qui est ainsi portée à ébullition sans entrer en contact avec l'eau primaire.

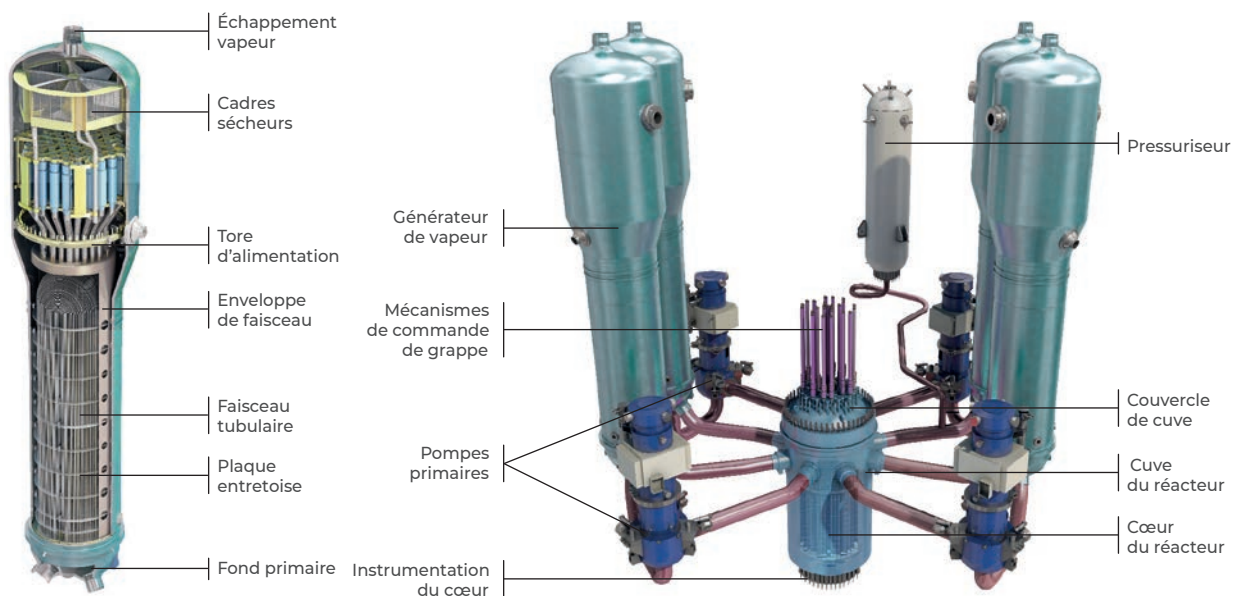
Chaque circuit secondaire est constitué principalement d'une boucle fermée parcourue par de l'eau sous forme liquide dans une partie, et sous forme de vapeur dans l'autre partie. La vapeur, produite dans les générateurs de vapeur, subit une détente partielle dans une turbine haute pression, puis traverse des sècheurs surchauffeurs avant d'être admise pour une détente finale dans les turbines basse pression d'où elle s'échappe vers le condenseur. Condensée, l'eau est ensuite renvoyée vers les générateurs de vapeur par des pompes d'extraction relayées par des pompes alimentaires après avoir traversé des réchauffeurs.

1.4 Le circuit de refroidissement du circuit secondaire

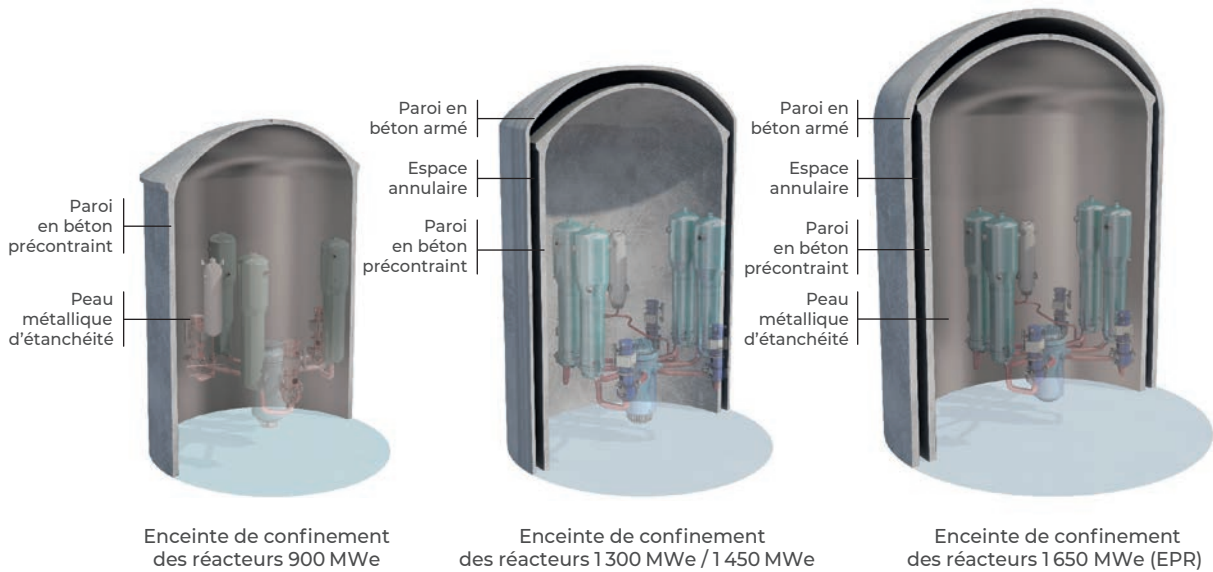
Le circuit de refroidissement du circuit secondaire a pour fonction de condenser la vapeur sortant de la turbine. Il comporte pour cela un condenseur composé d'un échangeur thermique comportant des milliers de tubes dans lesquels circule l'eau froide provenant du milieu extérieur (mer ou rivière). Au contact de ces tubes, la vapeur se condense et peut être renvoyée sous forme liquide vers les générateurs de vapeur (voir point 1.3). L'eau du circuit de refroidissement échauffée dans le condenseur est ensuite soit rejetée dans le milieu (circuit ouvert), soit, lorsque le débit de la rivière est trop faible ou l'échauffement trop important par rapport à la sensibilité du milieu, refroidie par une tour aéroréfrigérante – circuit fermé ou semi-fermé.

Les circuits de refroidissement sont des milieux favorables au développement de micro-organismes pathogènes. Le remplacement du laiton par du titane ou des aciers inoxydables comme matériau de construction des condenseurs des réacteurs en bord de rivière, pour réduire les rejets métalliques dans le milieu naturel, impose la mise en œuvre de moyens de désinfection, principalement par traitement biocide. Le cuivre contenu dans le

Un générateur de vapeur et un circuit primaire principal d'un réacteur de 1300 MWe



Enceintes de confinement des réacteurs



laiton a en effet des propriétés bactéricides que n'ont pas le titane et les aciers inoxydables. Les tours aéroréfrigérantes peuvent contribuer à la dispersion atmosphérique de légionelles dont la prolifération peut être prévenue par un entretien renforcé des ouvrages (détartrage, mise en place d'un traitement biocide, etc.) et une surveillance.

1.5 L'enceinte de confinement

L'enceinte des REP assure deux fonctions :

- le confinement des substances radioactives susceptibles d'être dispersées en cas d'accident ; à cette fin, les enceintes ont été conçues pour résister aux températures et pressions qui résulteraient de l'accident de perte de réfrigérant primaire le plus sévère (rupture circumférentielle doublement débattue d'une tuyauterie du circuit primaire) et pour présenter une étanchéité satisfaisante dans ces conditions ;
- la protection du réacteur contre les agressions externes.

Ces enceintes ont été conçues selon trois modèles :

- celles des réacteurs de 900 MWe sont constituées d'une seule paroi en béton précontraint (béton comportant des câbles d'acier tendus de manière à assurer la compression de l'ouvrage dans l'objectif d'augmenter la résistance à la traction de celui-ci). Cette paroi assure la résistance mécanique à la pression, ainsi que l'intégrité de la structure vis-à-vis d'une agression externe. L'étanchéité est assurée par un revêtement métallique recouvrant l'ensemble de la face interne de la paroi en béton ;
- celles des réacteurs de 1300 et 1450 MWe sont constituées de deux parois : la paroi interne en béton précontraint et la paroi externe en béton armé. L'étanchéité est assurée par la paroi interne et par le système de ventilation (EDE) qui assure, entre les deux parois, la collecte et la filtration des fuites résiduelles de la paroi interne avant leur rejet. La résistance aux agressions externes est principalement assurée par la paroi externe ;
- celle de l'EPR de Flamanville est constituée de deux parois en béton et d'un revêtement métallique qui recouvre l'ensemble de la face interne de la paroi interne.

1.6 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde

Les circuits auxiliaires assurent en fonctionnement normal, en puissance ou dans les états d'arrêt du réacteur, la maîtrise des réactions nucléaires, l'évacuation de la chaleur du circuit primaire et de la puissance résiduelle du combustible dans les états d'arrêt, et le confinement des substances radioactives. Il s'agit principalement du système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur (RCV) et du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA).

Le rôle des systèmes de sauvegarde est de maîtriser et de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Il s'agit principalement des circuits suivants :

- le circuit d'injection de sécurité (RIS), dont le rôle est d'injecter de l'eau dans le circuit primaire en cas de fuite de ce dernier ;
- le circuit d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur (EAS), dont le rôle est de diminuer la température et donc la pression dans l'enceinte de confinement en cas de fuite importante du circuit primaire ;
- le circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG), qui intervient pour alimenter en eau les GV en cas de perte du système d'alimentation normal, et ainsi permettre l'évacuation de la chaleur du circuit primaire. Ce système est également utilisé en fonctionnement normal, lors des phases d'arrêt ou de redémarrage du réacteur.

1.7 Les autres systèmes importants pour la sûreté

Les principaux autres systèmes ou circuits importants pour la sûreté et nécessaires au fonctionnement du réacteur sont :

- le circuit de réfrigération intermédiaire (RRI) qui assure le refroidissement d'un certain nombre d'équipements nucléaires. Ce circuit fonctionne en boucle fermée entre, d'une part, les circuits auxiliaires et de sauvegarde et, d'autre part, les circuits véhiculant l'eau provenant de la rivière ou de la mer (source froide) ;
- le circuit d'eau brute secourue (SEC) qui assure le refroidissement du circuit RRI au moyen de l'eau provenant de la rivière ou de la mer (source froide). C'est un circuit de sauvegarde constitué de deux lignes redondantes. Chacune de ses lignes

- est capable d'assurer seule, dans certaines situations, l'évacuation de la chaleur du réacteur vers la source froide;
- le circuit de réfrigération et de purification de l'eau des piscines (PTR) qui permet en particulier d'évacuer la chaleur résiduelle des éléments combustibles entreposés dans la piscine du bâtiment combustible;
 - les systèmes de ventilation, qui assurent le confinement des matières radioactives par la mise en dépression des locaux et la filtration des rejets;
 - les circuits d'eau destinés à la lutte contre l'incendie;
 - le système de contrôle-commande, qui traite les informations reçues de l'ensemble des capteurs de la centrale. Il utilise des réseaux de transmission et donne des ordres aux actionneurs à partir de la salle de commande, grâce à des automatismes de régulation ou à des actions des opérateurs. Son rôle principal vis-à-vis de la sûreté du réacteur consiste à contrôler la réactivité, à piloter l'évacuation de la puissance résiduelle vers la

source froide et à participer au confinement des substances radioactives;

- les systèmes électriques, qui sont composés des sources et de la distribution électriques. Les réacteurs électronucléaires français disposent de deux sources électriques externes : le transformateur de soutirage et le transformateur auxiliaire. À ces deux sources externes s'ajoutent deux sources électriques internes : les groupes électrogènes de secours à moteur diesel. En cas de perte totale de ces sources externes et internes, chaque réacteur dispose d'un autre groupe électrogène, constitué d'un turbo-alternateur, et chaque centrale nucléaire dispose d'une source d'ultime secours, dont la nature varie selon la centrale considérée. Enfin, ces moyens ont été complétés, après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, d'un groupe électrogène de secours à moteur diesel dit « d'ultime secours » par réacteur.

2. Le contrôle de la sûreté nucléaire

2.1 Le combustible

2.1.1 Les évolutions du combustible et de sa gestion en réacteur

Dans le but d'accroître la disponibilité et les performances des réacteurs en fonctionnement, EDF développe, avec les fabricants de [combustible nucléaire](#), des améliorations à apporter aux combustibles et à leur utilisation en réacteur.

EDF a standardisé ses modes de gestion de combustibles. L'ASN veille à ce que chaque évolution de gestion de combustible fasse l'objet d'une démonstration spécifique de la sûreté des réacteurs concernés. Une évolution du combustible ou de son mode de gestion fait préalablement l'objet d'un examen par l'ASN et ne peut être mise en œuvre sans son accord.

Le comportement du combustible étant un élément essentiel de la sûreté du cœur en situation de fonctionnement normal ou accidentel, sa fiabilité est primordiale. Ainsi, l'étanchéité des gaines des crayons de combustible, présents à raison de plusieurs dizaines de milliers dans chaque cœur et qui constituent la première barrière de confinement, fait l'objet d'une attention particulière. En fonctionnement normal, l'étanchéité est suivie par EDF par la mesure permanente de l'activité de radioéléments contenus dans le circuit primaire. L'augmentation de cette activité au-delà de seuils prédéfinis est le signe d'une perte d'étanchéité des assemblages. Lors de chaque arrêt, EDF a l'obligation de rechercher et d'identifier les assemblages contenant des crayons non étanches, dont le rechargement n'est pas autorisé. Si l'activité dans le circuit primaire devient trop élevée, les règles générales d'exploitation ([RGE](#)) imposent l'arrêt du réacteur avant la fin de son cycle normal.

L'ASN s'assure qu'EDF recherche et analyse les causes des pertes d'étanchéité observées, en particulier au moyen d'examen des crayons non étanches afin de déterminer l'origine des défaillances et de prévenir leur réapparition. Les actions préventives et correctives peuvent concerner la conception des crayons et des assemblages, leur fabrication ou les conditions d'exploitation des réacteurs. Par ailleurs, les conditions de manutention des assemblages, de chargement et de déchargement du cœur, ainsi que la prévention de la présence de corps étrangers dans les circuits et les piscines font également l'objet de dispositions d'exploitation dont certaines participent à la démonstration de sûreté et dont le respect par EDF est contrôlé par sondage par l'ASN en inspection. L'ASN effectue en outre des inspections

afin de contrôler la nature de la surveillance qu'EDF réalise sur ses fournisseurs de combustible. Enfin, l'ASN consulte périodiquement son Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires ([GPR](#)) sur les enseignements tirés du retour d'expérience de l'exploitation du combustible.

2.1.2 L'évaluation de l'état du combustible et de sa gestion en réacteur

L'ASN considère qu'EDF a assuré en 2020, pour l'ensemble des centrales nucléaires, une gestion globalement satisfaisante de l'intégrité de la première barrière, constituée par la gaine des crayons de combustible.

Les progrès constatés en 2019 en matière de maîtrise du risque d'introduction de corps étrangers dans le circuit primaire, pouvant par la suite détériorer la première barrière, se sont poursuivis en 2020.

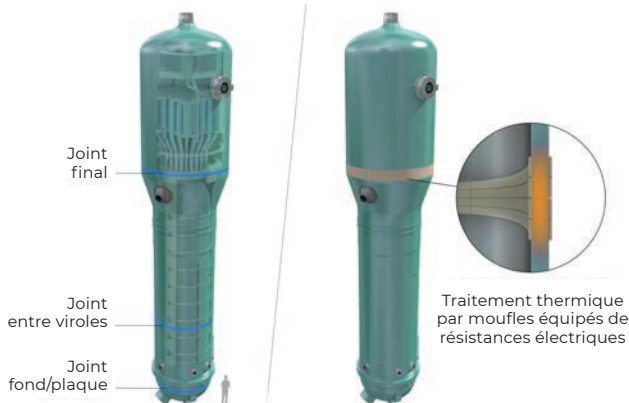
Le nombre de réacteurs dont un ou plusieurs assemblages présentent des défauts de gainage a été similaire à l'année précédente. L'ASN sera attentive aux résultats des investigations réalisées par EDF sur les assemblages de combustible concernés et à ce que les enseignements en soient tirés pour améliorer leur conception, leur fabrication et leur exploitation.

Dans le cadre du traitement de l'obsolescence des cellules de ressuage des bâtiments du combustible, dans lesquelles les assemblages sont contrôlés, l'ASN sera également attentive à la bonne réalisation de l'ensemble des opérations de maintenance effectuées sur ces équipements. Cette attention sera maintenue jusqu'au déploiement des nouvelles cellules de ressuage mobiles actuellement en conception.

Tout comme en 2019, l'ASN constate que peu d'événements ont été signalés lors des opérations de manutention du combustible en 2020. L'ASN continue de porter une attention particulière à la bonne application des mesures d'amélioration mises en œuvre sur l'ensemble des sites à la suite de l'accrochage d'un assemblage lors d'opérations de déchargement au Tricastin en 2019.

Par rapport à 2019, l'ASN note qu'en 2020, moins de réacteurs ont effectué une première montée en puissance longue après rechargement, nécessitant une modification de leur référentiel d'exploitation. Les réacteurs concernés ont fonctionné de manière prolongée à puissance intermédiaire, ce qui est de nature à accroître le risque de rupture de la première barrière lors de certains accidents. Ces durées longues de montée en puissance

Défaut dans la mise en œuvre d'un procédé de traitement thermique de détensionnement lors de la fabrication de générateurs de vapeur Framatome



L'assemblage de composants par soudage crée des contraintes mécaniques au niveau des zones soudées. Pour réduire ces contraintes, le fabricant met en œuvre un traitement thermique de détensionnement (TTD) qui consiste à chauffer le matériau pendant plusieurs heures à des températures de quelques centaines de degrés. Ce chauffage peut être réalisé dans un four sur l'ensemble de l'équipement lorsque sa dimension le permet, ou localement par l'utilisation de dispositifs chauffants tels que des résistances électriques. La température et la durée de traitement doivent être maîtrisées afin de résorber les contraintes résultant du soudage et de ne pas altérer les propriétés mécaniques du matériau.

En 2019, le fabricant Framatome a mis en évidence que certains procédés mis en œuvre au sein de son usine de Saint-Marcel ou dans les centrales nucléaires pour l'assemblage des composants ou l'installation de générateurs de vapeur, avaient conduit à une maîtrise insuffisante des températures sur les circonférences des soudures traitées.

Sont concernés par cet écart 177 des 192 générateurs de vapeur (GV) installés dans les réacteurs en fonctionnement d'EDF. EDF a justifié le maintien de l'intégrité des équipements concernés, en s'appuyant sur des résultats d'essais réalisés sur maquettes représentatives, sur des coupons de matière et sur des modèles numériques

de prédiction des températures. Lors de chaque arrêt de réacteur, les soudures concernées sont spécifiquement contrôlées (mesures d'épaisseur et recherche de défauts). L'ASN contrôle les justifications apportées par EDF pour chaque réacteur avant son redémarrage.

En parallèle, EDF a mis en place un programme de caractérisation détaillé s'appuyant sur des maquettes et des essais sur matière.

L'ASN a classé cet événement au niveau 1 sur l'échelle INES.

Par ailleurs, des équipements en cours de fabrication par Framatome sont également concernés : 22 générateurs de vapeur destinés aux réacteurs en fonctionnement, ainsi que les générateurs de vapeur, le pressuriseur et des tuyauteries du circuit secondaire du réacteur EPR de Flamanville. Framatome définit des stratégies de traitement adaptées à chacun des équipements concernés. Elles comprennent des études de remise en conformité, des maquettes d'essais et des études de simulation numérique permettant d'évaluer l'impact des écarts sur les propriétés mécaniques attendues.

L'ASN a interrogé les autres fabricants de gros équipements (Westinghouse et MHI), afin de vérifier la pertinence de mise en œuvre des procédés de traitement thermique de détensionnement qu'ils utilisent.



10

ont été dues, dans les cas rencontrés en 2020, à des aléas sur certains équipements du circuit secondaire. L'ASN considère qu'EDF doit veiller à la disponibilité de ses installations, et plus particulièrement du circuit secondaire, avant la conduite des transitoires de divergence et de montée en puissance.

Lors du déchargement du réacteur 2 de la centrale nucléaire de Paluel fin 2019, EDF avait constaté la présence d'un dépôt de corrosion sur plus d'un tiers des assemblages de combustible du cœur. Observé pour la première fois sur un réacteur électronucléaire français, ce dépôt est notamment dû au remplacement des générateurs de vapeur lors de l'arrêt précédent. Cette opération est en effet à l'origine d'une forte concentration en produits de corrosion dans le circuit primaire. Usuellement neutralisés et évacués, ces produits de corrosion se sont déposés sur le cœur en raison, notamment, d'une première remontée en puissance lente après rechargement. Plusieurs analyses visant à caractériser le phénomène ont été menées en 2020 et se poursuivront en 2021.

Concernant la fabrication des assemblages de combustible, l'ASN maintient sa vigilance à la suite des anomalies rencontrées

en 2017 sur le combustible MOX (présence d'îlots enrichis en plutonium de grande taille) qui se sont renouvelées en 2019 malgré les dispositions mises en œuvre à l'usine Melox d'Orano. La déclaration par EDF d'un événement significatif relatif au phénomène de remontée de flux neutronique en bas et en haut de colonne fissile des assemblages de combustible MOX a conduit l'ASN à demander à l'exploitant des mesures compensatoires en 2018, dans l'attente du déploiement d'une modification de la conception de ces assemblages.

Enfin, en 2020, une anomalie générique sur les assemblages de combustible conçus par Westinghouse a été mise en évidence. L'une des grilles de ces assemblages subit des dégradations en exploitation, générant ainsi des corps migrants. Dans l'attente d'éléments techniques complémentaires et du remplacement de ces grilles par des grilles renforcées pour les prochains assemblages, l'ASN a demandé à EDF de réaliser des essais supplémentaires sur les réacteurs concernés, afin de s'assurer du maintien de la disponibilité des fonctions de sûreté.

2.2 Les équipements sous pression nucléaires

2.2.1 Le contrôle de la conformité de la conception et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires

L'ASN évalue la conformité aux exigences réglementaires des équipements sous pression nucléaires (ESPN) les plus importants pour la sûreté, dits «de niveau N1», qui correspondent à la cuve, aux GV, au pressuriseur, aux groupes motopompes primaires, à des tuyauteries, ainsi qu'à des vannes et des soupapes de sûreté.

Ces exigences réglementaires permettent de garantir leur sécurité. Elles sont définies par une [directive européenne](#) relative aux équipements sous pression (ESP) et complétées par des exigences spécifiques aux ESPN.

Cette évaluation de la conformité concerne les équipements destinés aux nouvelles installations nucléaires (plus de 200 équipements sont concernés sur l'[EPR de Flamanville](#)) et les équipements de rechange destinés aux installations nucléaires en fonctionnement (GV de remplacement notamment). L'ASN peut s'appuyer pour cette mission sur des organismes qu'elle habilite. Ces derniers peuvent être mandatés par l'ASN pour réaliser une partie des inspections sur les équipements dits de «niveau N1» et sont chargés de l'évaluation de la conformité aux exigences réglementaires des ESPN moins importants pour la sûreté, dits de «niveau N2 ou N3». Le contrôle de l'ASN et des organismes habilités s'exerce aux différents stades de la conception et de la fabrication des ESPN. Il se traduit par un examen de la documentation technique de chaque équipement et par des inspections dans les ateliers des fabricants, ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants. [Quatre organismes](#) ou organes d'inspection, sont actuellement habilités par l'ASN pour l'évaluation de la conformité des ESPN : Apave SA, Bureau Veritas Exploitation, Vinçotte International et l'organe d'inspection des utilisateurs d'EDF.

En ce qui concerne la conception et la fabrication des ESPN, les organismes habilités ont réalisé en 2020, 2750 actions de contrôle pour les ESPN destinés à l'EPR de Flamanville et 5000 actions de contrôle pour les ESPN de remplacement destinés aux réacteurs électronucléaires en fonctionnement. Ces actions de contrôle sont réalisées sous la surveillance de l'ASN.

2.2.2 L'évaluation de la conception et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires

Des actions orientées vers la détection et le traitement des écarts et la mise en œuvre de plans d'amélioration dans les usines de fabrication

L'année 2020 a fortement mobilisé les ressources du fabricant Framatome sur la poursuite de l'instruction des écarts détectés, en particulier ceux ayant affecté la réalisation du traitement thermique de détensionnement de soudures de raccordement de composants de générateurs de vapeur de rechange réalisés à l'[usine Saint-Marcel de Framatome](#).

L'année 2020 a également été marquée par la poursuite de la mise en œuvre du plan d'amélioration de l'usine de Creusot Forge, qui prévoit notamment le renforcement de la culture de sûreté, une meilleure maîtrise des outils industriels et la consolidation des compétences techniques. Tenant compte des résultats obtenus, l'ASN s'est prononcée favorablement sur la reprise de la fabrication de viroles destinées au programme de remplacement des générateurs de vapeur. Framatome devra maintenir les efforts requis pour pérenniser au sein de l'usine du Creusot une organisation robuste, performante et adaptée aux enjeux de sûreté. L'ASN maintiendra une surveillance particulière de cette usine.

Le fabricant Westinghouse a poursuivi la déclinaison de son plan d'amélioration dans son usine de fabrication des générateurs de vapeur en Italie en matière de système qualité de surveillance interne. Les conditions pour une levée de la surveillance renforcée en place ont ainsi pu être définies.

Le traitement des [irrégularités](#) déclarées fin 2018 par le fournisseur d'alliages et d'aciers spéciaux Aubert & Duval se poursuit également. Les investigations menées n'ont pas identifié à ce stade de conséquences sur la sûreté des installations.

En parallèle, les organismes, les fabricants et les exploitants développent au sein de leurs propres structures une organisation et des moyens associés à la prévention et à la détection des risques de fraude. Bien que des avancées soient observées, la déclinaison des modalités techniques définies reste à parfaire.

Renforcer les justifications de la conception des ESPN

L'ASN a été régulièrement amenée à faire le constat que les justifications et les démonstrations apportées par les fabricants dans le cadre de la réglementation relative aux ESPN, notamment en ce qui concerne la bonne conception de ces équipements, sont insatisfaisantes. Les industriels, en particulier EDF et Framatome, ont en conséquence mis en place, à partir de 2015, des actions structurantes afin de faire évoluer leurs pratiques et de les mettre en conformité avec les exigences réglementaires. L'ASN a suivi ces actions, dont la plus grande partie a été réalisée dans le cadre de l'Association française pour les règles de conception, de construction et de surveillance en exploitation des matériels des chaudières électronucléaires ([AFCEN](#)) et implique la majorité de la profession. L'ASN considère positivement cette démarche et a reconnu, pour la plupart des problématiques identifiées en 2015, le caractère approprié des publications de l'AFCEN, qui prennent la forme de guides ou de méthodes. Cette démarche a été reconduite pour les années 2019 à 2022 afin de continuer à faire progresser la profession sur certaines thématiques et pour tirer le retour d'expérience des premières applications des guides et méthodes créées et des écarts relevés lors des fabrications en cours.

2.2.3 Le contrôle de l'exploitation des équipements sous pression

Les circuits primaire et secondaires principaux (CPP et CSP) des réacteurs, qui contribuent au confinement des substances radioactives, au refroidissement et au contrôle de la réactivité, fonctionnent à haute température et haute pression.

La surveillance de l'exploitation de ces circuits est réglementée par l'[arrêté du 10 novembre 1999](#) relatif à la surveillance de l'exploitation du CPP et des CSP des réacteurs électronucléaires à eau sous pression. Dans ce cadre, ces circuits font l'objet d'une surveillance et d'une maintenance périodique par EDF. Cette surveillance fait elle-même l'objet d'un contrôle de la part de l'ASN.

Ces circuits sont soumis à une requalification périodique réalisée tous les 10 ans, qui comprend une visite complète des circuits impliquant des examens non destructifs, une épreuve hydraulique sous pression et une vérification du bon état et du bon fonctionnement des accessoires de protection contre les surpressions.

Les zones en alliage à base de nickel

Plusieurs parties des REP sont fabriquées en alliage à base de nickel. La résistance de ce type d'alliage à la corrosion généralisée ou par piqûres justifie son emploi. Cependant, dans les conditions de fonctionnement des réacteurs, l'un des alliages retenus, l'Inconel 600, s'est révélé sensible au phénomène de corrosion sous contrainte. Ce phénomène particulier se produit en présence de contraintes mécaniques importantes. Il peut conduire à

l'apparition de fissures, comme observé sur certains tubes de GV au début des années 1980 ou, plus récemment en 2011, sur une pénétration de fond de cuve du réacteur 1 de la centrale nucléaire de [Gravelines](#) et, en 2016, sur une pénétration de fond de cuve du réacteur 3 de la centrale nucléaire de [Cattenom](#).

Ces fissures conduisent l'exploitant à réparer les zones concernées ou à isoler la partie concernée du circuit.

À la demande de l'ASN, EDF a adopté une approche globale de surveillance et de maintenance pour les zones concernées. Plusieurs zones du circuit primaire en alliage Inconel 600 font ainsi l'objet d'un contrôle particulier. Pour chacune d'elles, le programme de contrôle en service, défini et mis à jour annuellement par l'exploitant, est soumis à l'ASN qui vérifie que les performances et la fréquence des contrôles mis en place par EDF sont satisfaisantes pour détecter les dégradations redoutées.

La résistance des cuves des réacteurs

La cuve, composant essentiel d'un REP, contient le cœur du réacteur, ainsi que son instrumentation. Pour les réacteurs de 900 MWe, la cuve a une hauteur de 14 mètres (m), un diamètre de 4 m pour une épaisseur de 20 centimètres (cm) et une masse de 330 tonnes (t). Pour l'[EPR](#), en cours de construction à Flamanville, la hauteur de la cuve est de 15 m, son diamètre de 4,90 m pour une épaisseur de 25 cm et une masse de 510 t.

En fonctionnement normal, la cuve est entièrement remplie d'eau, à une pression de 155 bars et à une température de 300° C. Elle est composée d'acier ferritique, avec un revêtement interne en acier inoxydable.

Le contrôle régulier de l'état de la cuve est essentiel pour deux raisons :

- la cuve est un composant dont le remplacement n'est pas envisagé, pour des raisons à la fois de faisabilité technique et de coût ;
- le contrôle contribue à la démarche d'exclusion de rupture de cet équipement. Cette démarche repose sur des dispositions particulièrement exigeantes en matière de conception, de fabrication et de contrôle en service afin de garantir sa tenue pendant toute la durée de vie du réacteur, y compris en cas d'accident.

Durant son fonctionnement, le métal de la cuve se fragilise progressivement, sous l'effet des neutrons issus de la réaction de fission du cœur. Cette fragilisation rend en particulier la cuve plus sensible aux chocs thermiques sous pression ou aux montées brutales de pression à froid. Cette sensibilité est par ailleurs accrue en présence de défauts technologiques, ce qui est le cas pour quelques cuves qui présentent des défauts dus à la fabrication, sous leur revêtement en acier inoxydable.

L'ASN examine régulièrement les justifications de la résistance en service des cuves transmises par EDF afin de s'assurer qu'elles sont suffisamment conservatives.

La maintenance et le remplacement des générateurs de vapeur

Les GV sont composés de deux parties, l'une appartenant au CPP et l'autre au CSP. L'intégrité des principaux éléments constitutifs des GV est surveillée, tout particulièrement celle des tubes qui constituent le faisceau tubulaire. En effet, une dégradation du faisceau tubulaire (corrosion, usure, fissure, etc.) peut créer une fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire. La rupture de l'un des tubes du faisceau conduirait à contourner l'enceinte de confinement du réacteur, qui constitue la troisième barrière de confinement. Les GV font donc l'objet d'un programme spécifique de surveillance en exploitation, établi par EDF, révisé

Les principes de la démonstration de la résistance en service des cuves

La réglementation en vigueur impose notamment à l'exploitant :

- d'identifier les situations de fonctionnement ayant un impact sur la cuve ;
- de prendre des mesures afin de connaître l'effet du vieillissement sur les propriétés des matériaux ;
- de mettre en œuvre les moyens lui permettant de détecter suffisamment tôt les défauts préjudiciables à l'intégrité de la structure ;
- d'éliminer toute fissure détectée ou, en cas d'impossibilité, d'apporter une justification spécifique appropriée au maintien en l'état d'un tel type de défaut.

périodiquement et examiné par l'ASN. À la suite des contrôles, les tubes présentant des dégradations trop importantes sont bouchés pour être mis hors service.

L'encrassement des tubes et internes de la partie secondaire des générateurs de vapeur

Les GV ont tendance à s'encrasser au cours du temps en raison des produits de corrosion issus des échangeurs du circuit secondaire. Cela se traduit par l'accumulation de boue molle ou dure en partie basse des GV, l'encrassement des parois des tubes et le colmatage des plaques entretoises qui soutiennent le faisceau tubulaire. Les produits de corrosion forment une couche de magnétite sur les surfaces des internes. Sur les tubes, la couche de dépôt (encrassement) diminue l'échange thermique. Au niveau des plaques entretoises, les dépôts empêchent la libre circulation du mélange eau-vapeur (colmatage), ce qui crée un risque d'endommagement des tubes et des structures internes et peut dégrader le fonctionnement global du GV.

Pour empêcher ou minimiser les effets de l'encrassement décrits ci-dessus, diverses solutions peuvent être mises en œuvre et permettent de limiter les dépôts métalliques : nettoyages chimiques préventifs ou nettoyages mécaniques curatifs (lançages à l'aide de jets hydrauliques), remplacement du matériau (laiton par acier inoxydable ou alliage de titane, plus résistants à la corrosion) de certains faisceaux tubulaires d'échangeurs du circuit secondaire, modification des produits chimiques de conditionnement des circuits et augmentation du pH du circuit secondaire. Certaines de ces opérations nécessitent l'obtention d'une autorisation de rejet de certains produits mis en œuvre.

Certains procédés de nettoyage chimique font encore l'objet d'essais visant à confirmer l'innocuité des produits chimiques employés.

Le remplacement des générateurs de vapeur

Depuis les années 1990, EDF conduit un [programme de remplacement des GV](#) constitués des faisceaux tubulaires les plus dégradés, dont en priorité ceux fabriqués en alliage Inconel 600 non traités thermiquement (600 MA), puis ceux fabriqués en alliage Inconel 600 traités thermiquement (600 TT).

La campagne de remplacement des GV dont le faisceau tubulaire est en 600 MA – soit 26 réacteurs – s'est achevée en 2015 avec celui du réacteur 3 de la centrale nucléaire du [Blayais](#). Elle se poursuit par les remplacements des GV dont le faisceau tubulaire est en 600 TT – soit 26 réacteurs.

Méthodes de contrôle appliquées aux équipements sous pression des circuits primaire et secondaires principaux

L'[arrêté du 10 novembre 1999](#) dispose que les procédés d'essais non destructifs employés pour le suivi en service des ESP des CPP et CSP des réacteurs électronucléaires doivent faire l'objet d'une qualification, préalablement à leur première utilisation. Celle-ci est prononcée par une entité composée d'experts internes et externes à EDF dont la compétence et l'indépendance sont vérifiées par le Comité français d'accréditation ([Cofrac](#)).

La qualification permet de garantir que le procédé d'essai non destructif atteint effectivement les performances prévues et décrites dans un cahier des charges préalablement établi.

En raison des risques radiologiques associés à la radiographie, les contrôles par ultrasons sont privilégiés, s'ils présentent des performances de contrôle équivalentes.

À ce jour, plus de 90 procédés d'essais non destructifs sont qualifiés dans le cadre des programmes d'inspection en service. De nouveaux procédés de développement et de qualification pour répondre à de nouveaux besoins sont en cours.

Concernant l'[EPR de Flamanville](#), la quasi-totalité des procédés d'essais pour le suivi en service des ESP des CPP et CSP a été qualifiée en amont de la visite complète initiale du CPP et des CSP, ce qui correspond à plus de 30 procédés qualifiés spécifiques à l'EPR.

2.2.4 L'évaluation des équipements sous pression en exploitation

Les cuves des réacteurs

Dans le cadre de la préparation des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe (voir point 2.10.3 et Faits marquants en introduction de ce rapport), EDF a transmis à l'ASN, en 2017, un dossier justifiant la résistance en service des cuves de ces réacteurs après 40 ans d'exploitation. La démarche générique mise en place par EDF consiste à considérer, suivant une approche enveloppe, les propriétés mécaniques issues de la cuve présentant la fragilisation sous irradiation la plus pénalisante des réacteurs de 900 MWe. EDF a réalisé des études de résistance à la rupture brutale en tenant compte de l'évolution des caractéristiques des matériaux et mènera des contrôles pour s'assurer de l'absence de défaut préjudiciable dans l'acier lors de la visite décennale de chaque réacteur.

Cette démarche générique a été soumise à l'avis du Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires (GPESPN) le [20 novembre 2018](#), le [15 octobre 2019](#) et le [8 septembre 2020](#). L'examen a porté sur les défauts analysés, l'estimation du vieillissement sous irradiation du métal de la cuve, les analyses thermomécaniques, les études d'évaluation des marges vis-à-vis du risque de rupture brutale, le classement des transitoires de petites brèches primaires et la justification du niveau de contraintes résiduelles dans les soudures circulaires des viroles de cœur.

Les études réalisées permettent de conclure sur la capacité des cuves ne présentant pas de défaut à fonctionner dix années supplémentaires.

Pour les cuves dont les contrôles réalisés par le passé ont montré qu'elles comportent des défauts de fabrication, des études spécifiques seront réalisées avant la visite décennale de chacun des réacteurs concernés. Cela a été notamment le cas pour le réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin.

Les coudes moulés

Les coudes moulés sont des composants de tuyauterie installés sur le CPP des REP. Ils sont présents en branches chaudes et en branches froides.

Les coudes moulés installés sur les réacteurs de 900 MWe ont été fabriqués en acier inoxydable austéno-ferritique. La phase ferritique subit un vieillissement en fonctionnement sous l'effet de la température. Certains éléments d'alliage présents dans le matériau favorisent cette sensibilité au vieillissement. Il en résulte une dégradation de certaines propriétés mécaniques, telles que la résilience et la résistance à la déchirure ductile.

Par ailleurs, ces coudes comportent des retassures sous forme d'amas ou de filaments, ou encore des criques de solidification, inhérentes au mode de fabrication par moulage statique, qui pourraient, combinées au vieillissement thermique, en augmenter le risque de rupture brutale.

EDF a mené de nombreux travaux afin d'approfondir sa connaissance de ces matériaux, de leur cinétique de vieillissement et d'évaluation des marges vis-à-vis du risque de rupture brutale.

Le dossier établi par EDF a fait l'objet d'une instruction par l'ASN et d'un [avis du GPESPN le 23 mai 2019](#). À l'issue de cette analyse, l'ASN a formulé des demandes de justifications complémentaires à EDF sur la prévision du comportement du matériau vieilli, la connaissance des défauts présents dans les coudes, les analyses des marges vis-à-vis de la rupture brutale des coudes et le suivi en service de ces composants.

Les dossiers de référence réglementaires

L'exploitant est tenu de conserver et de mettre à jour les dossiers de référence réglementaires qui sont exigés par l'arrêté du 10 novembre 1999 précité relatif à la surveillance du CPP et des CSP. Ces dossiers sont constitués des dossiers de conception, de fabrication, de protection contre les surpressions, des dossiers relatifs aux matériaux, des constatations faites en exploitation et, le cas échéant, des dossiers de traitement des [écarts](#). L'exploitant doit mettre à jour ces dossiers aussi souvent que nécessaire et au moment de la requalification périodique des CPP et CSP. En raison du caractère standardisé des réacteurs électronucléaires français, EDF a la possibilité de réaliser une mise à jour générique de ces dossiers. Dans le cadre de la réalisation des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe, EDF a procédé à cette mise à jour qui revêt un caractère particulier dans la mesure où les hypothèses de conception étaient établies initialement pour un fonctionnement de 40 ans.

Dans ce cadre, l'ASN a examiné les hypothèses et les méthodes mises en œuvre par EDF afin de mettre à jour les dossiers des équipements. L'ensemble de l'analyse a fait l'objet d'un [avis du GPESPN le 8 octobre 2019](#). Par ailleurs, l'ASN a examiné l'ensemble des programmes de surveillance prévus sur les équipements des CPP et CSP. Cet examen a conduit l'ASN à considérer que la démarche globale mise en œuvre par EDF est satisfaisante tout en lui demandant de renforcer certains examens.

L'exploitation des équipements sous pression

L'ASN considère que la situation de la deuxième barrière de confinement reste un point de vigilance en 2020, l'année restant marquée par le constat de niveaux d'encrassement importants de GV de quelques réacteurs, susceptibles d'altérer la sûreté de leur fonctionnement. Ce constat a révélé l'insuffisance de la maintenance pour garantir un état de propreté satisfaisant. La stratégie de contrôle de la partie secondaire des GV déployée par l'EDF a été revue mi-2020 afin de mieux prévenir ces situations.

En complément de l'appréciation de cet état des lieux, l'ASN note que le remplacement des GV du réacteur 6 de la centrale nucléaire de Gravelines a dû être de nouveau décalé à cause d'écarts affectant la fabrication de ces équipements.

Le suivi en service des autres équipements du CPP, en application de l'arrêté du 10 novembre 1999, est réalisé de manière appropriée. La détection en 2017 d'une fissure d'une traversée de fond de cuve du réacteur 3 de la centrale nucléaire de Cattenom, la fissuration de deux bouchons installés sur les GV du réacteur 1 de la centrale nucléaire de Paluel en 2016, le percement de cinq tubes de GV sur les réacteurs 2 des centrales nucléaires de Belleville et de Flamanville en 2019, le percement d'un tube de GV du réacteur 1 de la centrale nucléaire de Belleville et la détection d'un effet chaudière dans un GV du réacteur 1 de la centrale nucléaire de Nogent en 2020 illustrent le risque de nouvelles dégradations associées au vieillissement des installations. En réponse aux situations rencontrées en 2020, EDF a renforcé les dispositions de maintenance et de contrôle, en augmentant le niveau d'exigence et en développant de nouveaux procédés de réparation.

2.3 Les enceintes de confinement

2.3.1 Le contrôle des enceintes de confinement

Les enceintes de confinement font l'objet de contrôles et d'essais destinés à vérifier leur conformité aux exigences de sûreté. En particulier, leur comportement mécanique doit garantir une bonne étanchéité du bâtiment réacteur si la pression à l'intérieur de celui-ci venait à dépasser la pression atmosphérique, ce qui peut survenir dans certains types d'accident. C'est pourquoi ces essais comprennent, à la fin de la construction, puis lors des visites décennales, une montée en pression de l'enceinte interne avec une mesure de taux de fuite. Ces essais sont imposés par l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (INB).

2.3.2 L'évaluation de l'état des enceintes de confinement

Gestion globale de la fonction de confinement

L'ASN constate des indisponibilités ponctuelles mais répétées affectant certains matériels participant à la fonction de confinement, tels que les accès à l'intérieur de l'enceinte de confinement (dénommés sas et tampon matériel), le circuit de mise en dépression de l'espace inter-enceinte des enceintes de confinement à double paroi ou le circuit de ventilation de la salle de commande. Ces indisponibilités vont nécessiter une analyse et des échanges avec EDF en 2021 afin d'identifier, le cas échéant, les améliorations nécessaires.

Par ailleurs, EDF a engagé depuis 2016 un plan d'action dont l'objectif principal est de garantir que les débits des systèmes de ventilation répondent aux exigences de sûreté requises à la fois pour le confinement et pour le conditionnement thermique des installations, compte tenu des évolutions des réacteurs depuis leur construction. Afin d'atteindre cet objectif, le plan d'action est déployé, réacteur par réacteur, sur tous les systèmes de ventilation concernés, et inclue un état des lieux de l'état des matériels et des gaines. EDF procède, quand elles sont nécessaires, à des remises en état et des améliorations, et réalise les réglages nécessaires des débits de ventilation. Afin de contrôler la bonne mise en œuvre de ce plan et l'atteinte des objectifs de sûreté associés, l'ASN mènera en 2021 une campagne d'inspections dédiées.

Les enceintes à simple paroi revêtue sur la face interne d'une peau d'étanchéité métallique

Les épreuves décennales des enceintes des réacteurs de 900 MWe réalisées depuis 2009 dans le cadre de leur troisième visite décennale n'ont en général pas mis en lumière de problème particulier susceptible de remettre en cause leur exploitation.

L'enceinte du réacteur 5 de la centrale nucléaire du Bugey a toutefois dû faire l'objet d'une réparation, à la suite de la dégradation constatée en 2015 de l'étanchéité de son revêtement

métallique au niveau de la partie basse du bâtiment du réacteur. EDF a mis en place une surveillance dédiée. L'étanchéité de cette enceinte de confinement fera l'objet d'une attention particulière lors du quatrième réexamen périodique de ce réacteur en 2022.

Les résultats des épreuves des enceintes des réacteurs de 900 MWe réalisées pour la première fois dans le cadre de leur quatrième visite décennale sur le réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin et 2 de la centrale nucléaire du Bugey ont été satisfaisants.

La surveillance des enceintes de confinement a été examinée par l'ASN dans le cadre de la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe. L'ASN considère que la surveillance doit également porter sur l'état de la propreté des dômes des enceintes et qu'EDF doit prévoir des moyens d'investigation appropriés des zones d'ancrages des câbles de précontrainte présentes au niveau de ces dômes.

Les enceintes à double paroi

Les épreuves des enceintes à double paroi réalisées lors des premières visites décennales des réacteurs de 1300 MWe avaient permis de détecter une augmentation des taux de fuite de la paroi interne de certaines d'entre elles sous l'effet combiné de déformations du béton et de pertes de la précontrainte de certains câbles plus importantes qu'anticipées lors de la conception.

EDF a alors engagé d'importants travaux consistant à recouvrir localement, par un revêtement d'étanchéité en résine, l'intrados de la paroi interne des enceintes des réacteurs de 1300 MWe les plus affectés, ainsi que des réacteurs de 1450 MWe. Ces travaux se sont poursuivis en 2020. Les épreuves réalisées depuis ces travaux ont toutes respecté les critères de taux de fuite.

L'ASN reste vigilante à l'évolution de l'étanchéité de ces enceintes et au maintien de l'efficacité des revêtements sur le long terme.

Lors de l'instruction menée en 2013 sur l'efficacité de la fonction de confinement des réacteurs à double paroi, l'ASN avait noté que certaines enceintes présentaient des caractéristiques susceptibles d'engendrer des phénomènes de gonflement interne du béton potentiellement préjudiciables à terme à son étanchéité. Depuis cette instruction, EDF a engagé des actions de caractérisation et de surveillance des phénomènes pouvant affecter le béton des enceintes. Il ressort notamment des analyses menées par EDF que les cinétiques d'évolution de ces phénomènes sont très lentes et qu'aucun désordre structurel n'affecte les enceintes concernées. L'ASN reste vigilante sur l'évolution à moyen et long terme des phénomènes en jeu.

Les modélisations de l'enceinte de confinement des réacteurs de 1300 MWe et 1450 MWe en situation d'accident grave font apparaître un comportement particulier, qui conduit à un risque de fissuration d'une partie de l'épaisseur du dôme dans certains scénarios accidentels. EDF a transmis en 2019 des éléments concernant ce comportement qui sont en cours d'instruction par l'ASN.

2.4 La prévention et la maîtrise des risques

2.4.1 Le contrôle de l'élaboration et de l'application des règles générales d'exploitation

Les RGE encadrent le fonctionnement des réacteurs électro-nucléaires. Celles-ci sont établies par l'exploitant et déclinent de manière opérationnelle les hypothèses et conclusions des études de sûreté qui constituent la démonstration de sûreté nucléaire. Elles fixent les limites et conditions d'exploitation de l'installation.

Le fonctionnement normal et le fonctionnement en mode dégradé

Les spécifications techniques d'exploitation

Les spécifications techniques d'exploitation (STE), qui constituent le chapitre III des RGE, définissent les domaines de fonctionnement normal fondés sur les hypothèses de conception et de dimensionnement de l'installation et requièrent les systèmes nécessaires au maintien des fonctions de sûreté, notamment l'intégrité des barrières de confinement des substances radioactives et la surveillance de ces fonctions en cas d'incident ou d'accident. Elles prescrivent également les conduites à tenir en cas de défaillance momentanée d'un système requis ou de dépassement d'une limite, ces situations relevant d'un fonctionnement dit en « mode dégradé ».

Les STE évoluent pour intégrer le [retour d'expérience](#) de leur application et les modifications apportées aux réacteurs. De manière ponctuelle, l'exploitant peut les amender temporairement, par exemple pour réaliser une intervention dans des conditions différentes de celles initialement prises en compte dans la démonstration de sûreté nucléaire. Il doit alors justifier de la pertinence de cette modification temporaire, et définir les mesures compensatoires adéquates pour maîtriser les risques associés.

Les modifications des STE de nature à affecter la sûreté font l'objet, selon leur importance, soit d'une demande d'autorisation auprès de l'ASN, soit d'une déclaration à l'ASN, préalablement à leur mise en œuvre.

Lors des inspections dans les centrales nucléaires, l'ASN vérifie que l'exploitant respecte les STE et, le cas échéant, les mesures compensatoires associées aux modifications temporaires. Elle contrôle également la cohérence entre les modifications des installations mises en œuvre et les documents d'exploitation normale, tels que les consignes de conduite et les fiches d'alarme et la formation des acteurs chargés de leur application.

Les essais périodiques

Les éléments importants pour la protection ([EIP](#)) des personnes et de l'environnement font l'objet d'une qualification visant à garantir leur capacité à assurer leurs fonctions dans les situations où ils sont nécessaires. Les essais périodiques de ces matériels contribuent à vérifier la pérennité de la qualification et permettent de s'assurer régulièrement de leur disponibilité lorsqu'ils sont requis. Les règles des essais périodiques des matériels importants pour la sûreté sont intégrées dans les règles générales d'exploitation des réacteurs. Elles fixent la nature des contrôles techniques à réaliser, leur fréquence et les critères qui permettent de statuer sur le caractère satisfaisant des contrôles.

L'ASN s'assure que les essais périodiques des matériels importants pour la sûreté sont pertinents et qu'ils font l'objet d'une amélioration continue. Elle exerce cette vérification lors de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur, puis lors des demandes d'autorisation de modification des RGE. Elle vérifie aussi au cours d'inspections que ces essais périodiques sont exécutés conformément aux programmes d'essais prévus dans les RGE.

Les essais physiques du cœur

Les essais physiques du cœur contribuent aux deux premiers niveaux de la défense en profondeur. Ils ont pour objectif, d'une part, de confirmer que le cœur en cours d'exploitation est conforme au référentiel de conception et à la démonstration de sûreté, d'autre part, de calibrer les systèmes de régulation et de protection automatiques. Ces essais prescrits dans les RGE sont réalisés périodiquement.

Les essais physiques au redémarrage sont assimilables à des essais de requalification à la suite du rechargement du cœur. Les essais physiques en cours et lors d'une prolongation de cycle permettent de garantir la disponibilité et la représentativité de l'instrumentation, ainsi que les performances du cœur en exploitation.

Les modifications des RGE relatives aux essais physiques du cœur sont réalisées suivant un processus similaire à celui régissant les modifications des STE et sont généralement soumises à autorisation de l'ASN.

Lors des inspections sur site, l'ASN contrôle la conformité des essais réalisés (respect des modes opératoires et des critères à vérifier), ainsi que l'organisation d'EDF durant ces phases d'exploitation particulières.

Les règles de conduite en cas d'incident ou d'accident

La conduite en cas d'incident ou d'accident

Les stratégies et les règles de conduite du réacteur en [situation d'incident ou d'accident](#) sont définies dans les RGE. Celles-ci évoluent notamment pour intégrer le retour d'expérience des incidents et accidents, résorber les écarts détectés lors de leur application ou prendre en compte les modifications apportées aux installations, notamment celles issues des réexamens périodiques. Ces modifications sont, pour la plupart, soumises à l'autorisation de l'ASN.

L'ASN contrôle régulièrement les processus d'élaboration et de validation des règles de conduite en cas d'incident ou d'accident, leur pertinence et leurs modalités de mise en œuvre.

Dans ce cadre, l'ASN peut mettre en situation les équipes de conduite de l'installation pour contrôler les modalités d'application des règles précitées et de gestion des matériels spécifiques utilisés en conduite accidentelle. Elle veille en particulier à la bonne application des principes d'organisation des équipes de crise décrits dans le référentiel d'EDF validé par l'ASN. Cette organisation prévoit notamment que chaque équipier de crise participe au moins annuellement à un exercice.

La conduite en cas d'accident grave

À la suite d'un incident ou d'un accident, si les fonctions de sûreté (maîtrise de la réactivité, du refroidissement et du confinement) ne sont pas assurées du fait d'une succession de défaillances, la situation est susceptible d'évoluer vers un accident grave consécutivement à un endommagement sévère du combustible. Face à de telles situations, peu probables, les stratégies de conduite de l'installation privilégient la préservation de l'enceinte de confinement afin de limiter autant que possible les rejets dans l'environnement. La mise en œuvre de ces stratégies mobilise les compétences des équipes de crise constituées au niveau local et au niveau national. Ces équipes s'appuient sur le plan d'urgence interne ([PUI](#)), complété notamment du guide d'intervention en cas d'accident grave et des guides d'action des équipes de crise.

L'ASN examine périodiquement les stratégies développées par EDF dans ces documents, en particulier dans le cadre des réexamens périodiques des réacteurs.

2.4.2 L'évaluation de l'exploitation des réacteurs

Le fonctionnement normal et dégradé

L'ASN constate que la grande majorité des centrales nucléaires a significativement progressé en 2020 en ce qui concerne la rigueur de la surveillance en salle de commande et le pilotage des installations. Cette progression s'accompagne dans la majorité des cas d'une nette diminution du nombre de situations de sortie non autorisée du domaine d'exploitation et du nombre de non-respects des règles de conduite. Cette amélioration pourrait être le fruit de la mise en place sur certains sites de plans d'action pour renforcer

La crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 a nécessité la mise en place de dispositions particulières pour garantir la sûreté des centrales nucléaires d'EDF.

Les restrictions de déplacement mises en place par le Gouvernement lors du printemps 2020 ont, dans un premier temps, fortement réduit la capacité d'EDF à réaliser les opérations de maintenance programmées pendant les arrêts de réacteur pour rechargement du combustible. Face à cette situation, EDF a décidé de rallonger les durées théoriques de tous les arrêts programmés et d'en repousser ou annuler certains. L'ASN s'est assurée que les décalages des opérations de maintenance et d'arrêt ont été conduits par EDF dans le respect des règles applicables en matière de sûreté.

En matière d'organisation, EDF a adopté des mesures pour garantir la sûreté des installations tout en respectant les règles sanitaires en vigueur. De nombreux salariés ont été placés en télétravail. Pour les personnes dont la présence sur les centrales

nucléaires était indispensable, notamment pour les équipes de conduite, des dispositions ont été prises pour réduire au maximum les contacts au sein des équipes et pour éviter les croisements entre les différentes équipes. Des dispositions ont été prises pour garantir la capacité d'intervention en situation de crise.

L'ASN a constaté qu'EDF a porté une attention particulière à ce que la sûreté des installations reste la priorité de tous. Une attention particulière devra par ailleurs être portée à la priorisation et au bon déroulement des activités qui ont été décalées de quelques mois en raison de la crise sanitaire; ces décalages induisent une augmentation des activités à réaliser dans les mois à venir et des dispositions sont à prévoir pour garantir qu'elles pourront être faites dans le respect des règles applicables en matière de sûreté.

L'ASN a demandé à EDF de tirer les enseignements de cette période, notamment en ce qui concerne les évolutions d'organisation qu'elle a entraînées.

la rigueur d'exploitation et traiter les difficultés identifiées en matière de sûreté. Elle pourrait aussi s'expliquer par les mesures mises en place par EDF dans le cadre de la gestion de la pandémie de Covid-19: des évolutions d'organisation ont été apportées au fonctionnement des équipes de conduite et ont conduit, pour limiter les contacts, à limiter au maximum les accès à la salle de commande par les autres personnels. Cela a conduit à une sérénité renforcée dans les salles de commande.

L'ASN suivra avec intérêt l'évolution de la situation dans les prochaines années et continuera à contrôler le déploiement des plans d'actions engagés sur le sujet.

Toutefois, l'ASN observe une augmentation, sur une majorité des sites, du nombre d'événements significatifs dont l'analyse des causes met en évidence une documentation inadéquate utilisée par l'équipe de conduite ou une mauvaise utilisation de cette documentation. D'autre part, l'ASN constate également une augmentation notable des délais moyens de détection des non-respects des spécifications techniques d'exploitation. Les dispositions prises par EDF dans le cadre de la gestion de la pandémie de Covid-19 évoquées au paragraphe précédent ont pu conduire à un certain isolement des différents acteurs et pourraient être l'une des causes de ces évolutions.

L'ASN renforcera donc sa vigilance sur la qualité de la documentation d'exploitation et sur sa bonne utilisation par les équipes de conduite. Les causes profondes conduisant à des retards dans la détection des non-respects de règles de conduite devront être identifiés et traités.

En 2020, les essais périodiques ont été à l'origine de plusieurs événements significatifs génériques, à cause de déclinaisons inadéquates des règles d'essais dans les documents opératoires ou de règles d'essais incohérentes avec le reste des règles générales d'exploitation. L'ASN sera attentive à la bonne prise en compte par EDF des enseignements tirés de ces événements.

La conduite en cas d'incident, d'accident ou d'accident grave

L'ASN a mené en 2020 plusieurs inspections sur les dispositions organisationnelles et techniques prévues par EDF en situation d'incident ou d'accident. Malgré le contexte sanitaire, la majorité de ces inspections a été réalisée en présentiel. Une inspection renforcée a en particulier été menée à la centrale nucléaire de Cattenom.

Lors de ces inspections, l'ASN a contrôlé l'application des consignes de conduite en situation d'incident ou d'accident. Ces inspections intègrent quasi systématiquement une mise en situation des équipes d'EDF.

Lors de ces inspections, la gestion par les intervenants des situations de conduite en cas d'incident ou d'accident a été jugée satisfaisante. Toutefois, comme en 2018 et 2019, l'ASN a constaté que certains documents opératoires contiennent des erreurs, des imprécisions, voire des instructions impossibles à exécuter. EDF corrige les erreurs et imprécisions détectées dans des délais globalement satisfaisants, sauf lorsque leur correction dépend des équipes d'ingénierie nationales d'EDF.

En 2020, EDF a activé son plan d'urgence interne pour un incendie hors zone contrôlée à la centrale nucléaire de Belleville. La situation n'a pas nécessité d'action de protection des populations.

Les inspections sur l'organisation et les moyens de crise ont été réalisées en nombre limité en 2020 du fait des conditions sanitaires. Elles ont toutefois confirmé les constats effectués les années précédentes, à savoir un niveau d'appropriation satisfaisant des principes d'organisation, de préparation et de gestion des situations d'urgence.

Enfin, l'ASN poursuivra en 2021 le contrôle de l'application des dispositions de sa [décision n° 2017-DC-0592 du 13 juin 2017](#) relative aux obligations des exploitants d'INB en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence et au contenu du PUI. La mise en conformité par rapport aux dispositions de cette décision se poursuit, avec des échéances s'échelonnant jusqu'au 1^{er} janvier 2022. L'ASN poursuivra le contrôle des dispositions prises par EDF en matière d'organisation de crise en cas d'agression externe d'intensité extrême.

2.4.3 Le contrôle de la maintenance des installations

La maintenance préventive constitue une ligne de défense essentielle pour maintenir la conformité d'une installation à son référentiel de sûreté. Il s'agit d'une thématique importante qui fait l'objet de contrôles par l'ASN lors de ses inspections dans les centrales nucléaires.

Afin d'améliorer la fiabilité des équipements importants pour la sûreté, mais aussi la performance industrielle, EDF optimise ses

activités de maintenance en s'inspirant des pratiques de l'industrie conventionnelle et des exploitants de centrales nucléaires à l'étranger.

Ainsi, EDF a engagé en 2010 le déploiement d'une nouvelle méthodologie de maintenance, dénommée AP-913, développée par les exploitants nucléaires américains. Le principal intérêt de cette méthode est de rendre les matériels plus fiables grâce à un suivi en service permettant d'améliorer la maintenance préventive.

La déclinaison de cette méthodologie de maintenance repose sur la mise en œuvre des six processus suivants :

- l'identification des matériels critiques et la détermination des programmes de maintenance et de suivi associés ;
- la définition des exigences de suivi et de maintenance des matériels ;
- l'analyse des performances des matériels et des systèmes ;
- la définition et le pilotage des actions correctives ;
- l'amélioration continue des référentiels et du pilotage de la fiabilité ;
- la gestion du cycle de vie des matériels.

Après un bilan du déploiement de l'AP-913 réalisé en 2016, EDF a fait évoluer ses pratiques afin de garantir la qualité des gestes de maintenance, de recentrer le suivi des performances sur les matériels et systèmes à forts enjeux et d'optimiser le volume des opérations de maintenance.

2.4.4 L'évaluation de la maintenance

L'organisation de la plupart des centrales nucléaires pour mener à bien les opérations de maintenance conséquentes a été satisfaisante en 2020, y compris dans un contexte rendu plus difficile par la pandémie de Covid-19. Toutefois, l'ASN relève régulièrement des points à améliorer concernant la maintenance des réacteurs, comme la prise en compte des différents risques, la préparation des activités ou la traçabilité des interventions. L'approvisionnement de pièces de rechange non-conformes a encore généré cette année des défauts de maîtrise des activités. Des documents nationaux d'EDF mal appliqués ou des documents opérationnels incorrects sont également à l'origine d'opérations de maintenance inadaptées ou de défauts de qualité de maintenance. Une mauvaise réalisation des travaux est parfois détectée tardivement, c'est-à-dire seulement lors des opérations de requalification des équipements après des travaux de maintenance. Enfin, l'ASN constate que les essais de requalification ne permettent pas toujours de détecter les défauts des matériels à la suite d'activités de maintenance ou de modifications.

La filière indépendante de sûreté

Au sein d'EDF, la filière indépendante de sûreté (FIS) assure la vérification en matière de sûreté des actions et décisions prises par les services en charge de l'exploitation des installations. Sur chaque centrale nucléaire, la FIS est composée d'ingénieurs sûreté et d'auditeurs, qui assurent notamment chaque jour une vérification du niveau de sûreté des réacteurs. Le fonctionnement de chaque FIS est contrôlé et évalué, au niveau national, par la FIS de la division de la production nucléaire d'EDF. Enfin, les services d'inspection interne d'EDF, notamment l'inspecteur général rattaché au président du groupe EDF, assisté d'une équipe d'inspecteurs, constituent le plus haut niveau de vérification indépendante de la sûreté nucléaire au sein du groupe EDF.

L'ASN confirme l'amélioration en 2020 des actions de contrôle technique des interventions et de surveillance des prestataires, grâce notamment à l'utilisation d'outils informatiques récemment déployés dans les centrales. Cependant, plusieurs événements significatifs ont toujours pour cause profonde des non-qualités de maintenance non détectées par la surveillance ou par les analyses de premier niveau.

L'ASN a demandé à EDF en 2019 un bilan de sa politique de maintenance et des adaptations qui ont été mises en œuvre. L'ASN examinera en 2021 les réponses fournies par EDF en 2020, en particulier au regard des constats qu'elle formule régulièrement.

Dans le cadre de la poursuite du fonctionnement des réacteurs, du programme « grand carénage » et de l'intégration de l'ensemble des modifications qui découlent des enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN considère important qu'EDF maintienne les efforts engagés pour remédier aux difficultés rencontrées et améliorer la qualité de ses activités de maintenance.

2.4.5 La prévention des effets des agressions d'origine interne ou externe

Les risques liés aux incendies

Les centrales nucléaires, comme les autres INB, sont soumises à la [décision n° 2014-DC-0417 de l'ASN du 28 janvier 2014](#) relative aux règles applicables aux INB pour la maîtrise des risques liés à l'incendie.

La prise en compte du [risque d'incendie](#) dans les centrales nucléaires repose sur le principe de défense en profondeur fondé sur les trois niveaux que sont la conception des installations, la prévention et la lutte contre l'incendie.

Des règles de conception doivent empêcher l'extension d'un incendie et en limiter les conséquences ; elles reposent principalement sur la « sectorisation incendie ». Il s'agit d'un découpage de l'installation en secteurs et zones de cantonnement conçus pour circonscrire le feu dans un périmètre donné et délimité par des éléments (portes, murs et clapets coupe-feu) présentant une durée de résistance au feu spécifiée. Elle a notamment pour objectif d'éviter la transmission d'un incendie à deux matériels assurant de manière redondante une fonction fondamentale de sûreté.

La prévention consiste principalement à :

- veiller à ce que la nature et la quantité de matières combustibles dans les locaux restent en deçà des hypothèses retenues pour la sectorisation ;
- identifier et analyser les risques d'incendie pour prendre les mesures permettant de les éviter. En particulier, pour tous les travaux susceptibles de générer un incendie, un « permis de feu » doit être établi et des dispositions de protection mises en œuvre.

Enfin, la détection des départs de feu et la lutte contre un incendie doivent permettre l'attaque d'un feu et sa maîtrise en vue de son extinction dans des délais compatibles avec la durée de résistance au feu des éléments de sectorisation.

L'ASN contrôle la prise en compte du risque d'incendie dans les centrales nucléaires en se fondant notamment sur l'analyse des référentiels de sûreté de l'exploitant, le suivi des événements significatifs qu'il déclare et les inspections réalisées sur les sites.

Les risques importants associés à l'incendie ont fait l'objet de nombreuses demandes de l'ASN depuis 2003, et l'ASN a donc rappelé à EDF en 2016 qu'elle attend, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, une démonstration structurée et robuste fondée sur une approche de défense en profondeur. L'ASN instruit les méthodes de justification produites par EDF. Celles-ci ont été soumises à l'analyse du GPR en

2019. Il ressort de cette instruction que les évolutions proposées par EDF constituent des améliorations notables de la démonstration (par exemple, études relatives à la tenue de la sectorisation, prise en compte de l'effet des fumées). Par ailleurs, les nouvelles méthodes mises en œuvre ont permis l'identification des éléments de sectorisation dont le bon fonctionnement est particulièrement important. Par exemple, les portes coupe-feu dont la position fermée est indispensable ont été identifiées et feront l'objet de mesures de surveillance spécifiques.

Les risques liés aux explosions

Une explosion peut endommager des éléments essentiels au maintien de la sûreté ou conduire à une rupture du confinement et à la dispersion de matières radioactives dans l'installation, voire dans l'environnement. Des dispositions doivent donc être mises en œuvre par l'exploitant pour protéger les parties sensibles de l'installation contre l'explosion.

L'ASN contrôle ces mesures de prévention et de surveillance et veille particulièrement à la prise en compte du risque d'explosion dans le référentiel et l'organisation d'EDF. L'ASN s'assure également du respect de la réglementation « atmosphères explosives » (ATEX) pour la protection des travailleurs.

Les risques liés aux inondations internes

Une inondation interne, c'est-à-dire provenant de l'intérieur de l'installation, peut entraîner des défaillances d'équipements nécessaires à l'arrêt sûr du réacteur, le refroidissement du combustible et le confinement des produits radioactifs. Des dispositions sont donc prises pour prévenir les inondations internes (maintenance des tuyauteries véhiculant de l'eau, etc.) ou maîtriser leurs conséquences (présence de siphons de sol et pompes d'exhaure permettant d'évacuer l'eau, mise en place de seuils ou de portes étanches pour éviter la propagation de l'inondation, etc.). Ces dispositions font l'objet de contrôles réguliers par l'ASN.

L'ASN reste vigilante sur les risques d'inondation interne induits par un séisme, ainsi que sur la prise en compte du retour d'expérience et en particulier le traitement des écarts affectant certaines dispositions de protection contre l'inondation interne.

Les risques liés aux inondations externes

L'inondation partielle de la centrale nucléaire du [Blayais](#) en décembre 1999 a amené les exploitants, sous le contrôle de l'ASN, à réévaluer la sûreté de leurs installations face à ce risque dans des conditions plus sévères qu'auparavant et à effectuer de nombreuses améliorations de la sûreté, selon un échéancier défini au regard des enjeux. Conformément aux prescriptions de l'ASN, EDF a achevé en 2014 les travaux requis sur l'ensemble de ses réacteurs électronucléaires.

En parallèle, pour s'assurer d'une prise en compte plus exhaustive et plus robuste du risque d'inondation, dès la conception des installations, l'ASN a publié en 2013 le [Guide n° 13](#) relatif à la protection des INB contre les inondations externes. Pour les installations existantes, l'ASN a demandé à EDF, en 2014, de prendre en compte les recommandations du guide pour l'ensemble de ses réacteurs :

- pour les réacteurs de 1300 MWe, l'ASN a demandé à EDF de privilégier le troisième réexamen périodique ;
- pour les autres réacteurs en fonctionnement, EDF privilégiera les prochains réexamens périodiques (quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe et deuxième réexamen des réacteurs de 1450 MWe).

À l'issue des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) réalisées après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a considéré qu'en matière de protection contre les inondations, les exigences résultant de la réévaluation complète

conduite à la suite de l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais en 1999 permettaient de conférer aux centrales nucléaires un haut niveau de protection contre le risque d'inondation externe. Toutefois, l'ASN a pris plusieurs [décisions en juin 2012](#) pour demander aux exploitants :

- de renforcer la protection des centrales nucléaires face à certains aléas comme les pluies de forte intensité et les inondations sismo-induites ;
- de définir et de mettre en place un « [noyau dur](#) » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes, notamment en cas d'inondation au-delà du référentiel de dimensionnement (voir point 2.9).

Les risques liés au séisme

Bien que la sismicité soit modérée, voire faible, en France, la prise en compte de ce risque par EDF dans la démonstration de sûreté de ses réacteurs électronucléaires fait l'objet d'une attention soutenue de la part de l'ASN compte tenu des conséquences potentielles sur la sûreté des installations. Des dispositions parasismiques sont prises dès la conception des installations et sont réexaminées périodiquement au regard de l'évolution des connaissances et de la réglementation, à l'occasion des réexamens périodiques.

La [règle fondamentale de sûreté n° 2001-01 du 31 mai 2001](#) définit la méthodologie relative à la détermination du risque sismique pour les INB de surface (à l'exception des installations de stockage à long terme de déchets radioactifs).

Cette règle fondamentale de sûreté est complétée par le [Guide de l'ASN 2/01](#) de mai 2006 qui définit les méthodes de calcul acceptables pour l'étude du comportement sismique des bâtiments nucléaires et d'ouvrages particuliers comme les digues, les galeries et les canalisations enterrées, les soutènements ou les réservoirs.

La conception des bâtiments et matériels importants pour la sûreté des centrales nucléaires doit ainsi leur permettre de résister à des séismes d'intensité supérieure aux plus forts séismes connus survenus dans la région. Les centrales nucléaires d'EDF sont ainsi dimensionnées à des niveaux de séisme intégrant les spécificités géologiques locales de chacune d'entre elles.

Dans le cadre des réexamens périodiques, la réévaluation sismique consiste à vérifier la pertinence du dimensionnement sismique de l'installation en tenant compte du progrès des connaissances relatives à la sismicité de la région du site ou aux méthodes d'évaluation du comportement sismique des éléments de l'installation. Les enseignements tirés du retour d'expérience à l'international sont également analysés et intégrés dans ce cadre.

L'évolution des connaissances conduit EDF à réévaluer l'aléa sismique dans le cadre des réexamens périodiques.

À la suite de l'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#), l'ASN a prescrit à EDF de définir et de mettre en œuvre un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes comparables, dans le contexte français, à celle survenue le 11 mars 2011 au Japon. Ce « noyau dur » doit notamment être dimensionné pour résister à un séisme d'une ampleur exceptionnelle dépassant les niveaux retenus lors de la conception ou du réexamen périodique des installations.

Dans le cadre de la définition de ce niveau de séisme exceptionnel, l'ASN a demandé à EDF de compléter la démarche déterministe de définition de l'aléa sismique par une approche probabiliste, afin de se rapprocher des meilleures pratiques connues au niveau international.

Le fonctionnement des réacteurs nucléaires en période de canicule

Les températures prises en compte dans la démonstration de sûreté des réacteurs nucléaires sont régulièrement réévaluées, notamment à l'occasion des réexamens périodiques. Ces réévaluations prennent en compte les évolutions climatiques.

Une période de canicule a trois principales conséquences sur le fonctionnement des réacteurs nucléaires.

1. Le fonctionnement des systèmes de sûreté en période de canicule :

- En cas d'épisode caniculaire, des équipements de ventilation et de climatisation sont nécessaires pour garantir le fonctionnement des systèmes de sûreté des réacteurs nucléaires.
- Depuis les canicules de 2003 et 2006, EDF a renforcé les capacités de ventilation et de climatisation des locaux dans lesquels sont situés les systèmes de sûreté. Ces dispositifs font l'objet d'actions préventives d'entretien, de contrôle et de maintenance et les règles générales d'exploitation des réacteurs prévoient les conduites à tenir en cas de défaillance de ces équipements. Ces conduites requièrent, en cas de besoin, la mise en œuvre de mesures spécifiques, voire l'arrêt du réacteur.
- En complément, EDF prévoit entre avril et octobre de chaque année des règles particulières de conduite qui adaptent le niveau de mobilisation des organisations internes en fonction des prévisions météorologiques.

2. Le refroidissement du réacteur et la gestion des effluents en cas de sécheresse et d'étiage :

- Les réacteurs nucléaires doivent être refroidis en permanence pour assurer leur sûreté. À cette fin, de l'eau est prélevée dans un cours d'eau ou dans la mer.
- Une période de sécheresse peut conduire à une baisse du niveau du cours d'eau et de son débit. L'exploitant doit s'assurer en permanence que ceux-ci restent suffisants pour refroidir les systèmes de sûreté. Ces paramètres sont spécifiques à chaque réacteur nucléaire.
- Le débit du cours d'eau affecte également la dispersion des effluents liquides issus des réacteurs nucléaires. L'ASN a fixé, pour chaque centrale, une valeur minimale du débit du cours d'eau pour laquelle

les rejets d'effluents peuvent être réalisés. En deçà de ce débit (situation d'étiage), les opérations de rejet d'effluents sont interdites et l'exploitant doit entreposer ses effluents.

3. La maîtrise des rejets thermiques :

- L'eau prélevée dans les cours d'eau ou dans la mer pour refroidir le réacteur est, de manière générale, rejetée à une température plus élevée, soit directement, soit après refroidissement dans des tours aéroréfrigérantes permettant une évacuation partielle de la chaleur dans l'atmosphère.
- Dans le cas des centrales nucléaires utilisant un cours d'eau, l'ASN a défini pour chaque site les conditions de rejet de l'eau utilisée pour le refroidissement. Afin de préserver l'environnement, notamment l'écosystème, l'échauffement du cours d'eau dû au fonctionnement de la centrale nucléaire ainsi que la température de l'eau à son aval sont encadrés par des valeurs limites. En cas de dépassement des valeurs limites, l'exploitant doit réduire la puissance du réacteur ou l'arrêter. Depuis 2006, l'ASN a intégré dans les décisions encadrant les rejets des centrales nucléaires des dispositions visant à définir les modalités de fonctionnement des centrales nucléaires en cas de conditions climatiques exceptionnelles conduisant à un échauffement significatif des cours d'eau. La mise en œuvre de ces dispositions n'est toutefois possible que si la sécurité du réseau électrique est en jeu. Un assouplissement temporaire des valeurs limites des rejets thermiques peut aussi être autorisé par l'ASN, sur la base d'une demande justifiée d'EDF, en cas de risque pour la sécurité du réseau électrique, comme cela a été le cas durant les épisodes caniculaires des étés 2003 et 2006. Dans ce cas, la surveillance de l'environnement est renforcée.
- Lors des épisodes caniculaires de 2019, EDF a été amenée à arrêter plusieurs réacteurs et à réduire la puissance de certains autres.

Les risques liés à la canicule et à la sécheresse

Au cours des événements caniculaires de ces dernières décennies, certains cours d'eau nécessaires au refroidissement de centrales nucléaires ont connu une réduction de leur débit et un échauffement significatifs. Par ailleurs, des augmentations notables de température ont été relevées dans certains locaux des centrales nucléaires abritant des équipements sensibles à la chaleur.

[EDF a pris en compte ce retour d'expérience](#) et a engagé des études de réévaluation du fonctionnement de ses installations dans des conditions de température de l'air et de l'eau plus sévères que celles retenues initialement à la conception. En parallèle du développement de ce référentiel de sûreté relatif aux situations dites de « grands chauds », EDF a engagé le déploiement de modifications prioritaires (telles que l'augmentation de la capacité de certains échangeurs) et mis en place des pratiques d'exploitation qui optimisent la capacité de refroidissement des

équipements et améliorent la tenue des matériels sensibles aux températures élevées.

Dans le cadre du réexamen périodique des réacteurs, EDF a engagé un programme de modification de ses installations visant à se prémunir des effets d'une situation de canicule. Il est notamment prévu d'améliorer la capacité de certains systèmes de refroidissement de matériels requis pour la démonstration de sûreté nucléaire.

EDF a également engagé un programme de veille climatique afin d'anticiper les évolutions du climat qui pourraient remettre en cause les hypothèses de températures retenues dans son référentiel.

L'ASN a demandé à EDF de prendre en compte le retour d'expérience des événements caniculaires de 2015, 2016 et 2019, ainsi que leurs effets sur les installations.

Autres agressions

La démonstration de sûreté des centrales nucléaires d'EDF prend également en compte d'autres agressions comme les grands vents, la neige, les tornades, la foudre, les températures froides de l'air, les agressions d'origine anthropique (transport de matières dangereuses, installations industrielles, chute d'aéronefs, etc.) et les agressions de la source froide.

2.4.6 L'évaluation de la maîtrise des risques liés aux agressions

L'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#) a conduit EDF à renforcer son organisation pour la maîtrise des risques liés aux agressions extrêmes. En particulier, des réseaux de référents ont été constitués pour l'ensemble des centrales pour piloter la mise en œuvre des actions définies pour faire face à ces risques. Des revues annuelles sont également menées afin d'améliorer cette organisation.

Les risques liés aux incendies

L'ASN constate que la gestion du risque d'incendie doit être améliorée avec un nombre de départs de feu enregistrés pour l'année 2020 comparable à celui constaté en 2018, alors qu'il avait été inférieur en 2019.

Des constats déjà effectués les années précédentes restent d'actualité sur certains sites inspectés :

- des écarts de gestion des entreposages de matériels qui représentent des potentiels calorifiques importants ;
- des écarts dans la mise en œuvre des permis de feu, et une gestion perfectible des mesures compensatoires qui sont définies dans les analyses du risque d'incendie ;
- des écarts liés à la gestion des inhibitions de la détection incendie ;
- une gestion perfectible des anomalies de sectorisation des locaux afin de prévenir la propagation d'un incendie ;
- la disponibilité non garantie de matériels de lutte contre l'incendie.

En 2020, l'ASN a réalisé des inspections abordant le thème de la maîtrise des risques liés à l'incendie sur l'ensemble des centrales nucléaires malgré les contraintes liées au contexte sanitaire et a demandé la mise en œuvre d'actions correctives visant à remédier aux constats formulés.

L'ASN constate les efforts entrepris par certains sites pour mener des actions correctives nécessaires avec le déploiement d'outils et de plans d'action mais considère que ces derniers, pour être efficaces, doivent faire l'objet d'un meilleur accompagnement auprès du personnel. Ainsi l'ASN a constaté qu'EDF a poursuivi, en 2020, ses actions visant à fiabiliser la maîtrise des risques liés à l'incendie dans les locaux identifiés comme étant particulièrement sensibles à cette agression.

Toutefois, les délais de résorption de certains écarts ou de mise en œuvre d'actions correctives issues du retour d'expérience méritent d'être réduits.

Enfin, à la suite d'une demande de l'ASN formulée en 2019, EDF a engagé des réflexions visant à améliorer son organisation en ce qui concerne la lutte contre l'incendie, notamment en renforçant la capacité de ses moyens d'intervention à faire face à un feu développé.

Les risques liés aux explosions

Malgré les actions engagées par EDF, la maîtrise des risques liés aux explosions n'est pas encore satisfaisante pour l'ensemble des réacteurs nucléaires. Certaines actions de maintenance et de contrôles demandées par la doctrine interne d'EDF ne sont pas mises en œuvre de manière satisfaisante. De plus, l'ASN constate que la mise à jour de certains documents (notamment les procédures d'essais périodiques ou de contrôles de tuyauteries

véhiculant des fluides dangereux), l'intégration du retour d'expérience, le traitement de certains écarts et le déploiement de certaines modifications font parfois l'objet de reports qui ne sont pas toujours justifiés au regard des conséquences potentielles pour la sûreté.

L'ASN constate les efforts entrepris par EDF pour réduire ces écarts, par la mise en place d'un suivi renforcé et le déploiement de plans d'action. De plus, en 2020, EDF a travaillé à la mise à jour des documents relatifs à la protection contre les explosions, requis par la réglementation relative aux risques liés à la formation d'ATEX et a réalisé des audits de conformité des matériels censés répondre aux exigences de cette réglementation. Cette démarche doit se poursuivre dans les années à venir. Ainsi, l'ASN considère qu'EDF doit continuer à porter une attention toute particulière sur ce sujet et s'assurer que la démarche de prévention des risques d'explosion est déclinée avec toute la rigueur nécessaire sur l'ensemble des sites.

Les risques liés aux inondations internes

Des efforts importants sont attendus sur la majorité des sites pour améliorer la maîtrise du risque d'inondation, en particulier sur :

- la maintenance des équipements nécessaires (tuyauteries, siphons de sol, etc.) ;
- les analyses de risques lors des opérations de maintenance et en cas de détection d'un dysfonctionnement d'un équipement nécessaire ;
- le respect des échéances des actions correctives identifiées lors des revues annuelles ;
- la formation des référents et la sensibilisation du personnel EDF et des prestataires.

En 2019, l'ASN a donc formulé à EDF des demandes afin qu'elle complète la démarche mise en œuvre pour mieux maîtriser le risque d'inondation interne, qu'elle s'assure du bon fonctionnement des siphons de sol, qu'elle renforce la maintenance des tuyauteries susceptibles de conduire à une inondation interne et assure une meilleure maîtrise de leur vieillissement.

Par ailleurs, EDF a engagé des visites sur le terrain visant à recenser les tuyauteries pouvant être à l'origine d'une inondation interne dans les bâtiments électriques, qui sont particulièrement sensibles à ce risque, afin d'étudier la nécessité de renforcer leur maintenance. Conformément aux demandes de l'ASN, EDF étendra ces recensements aux autres bâtiments. L'ASN constate de façon positive qu'EDF a engagé une rénovation des circuits de certains systèmes de réfrigération particulièrement sensibles à la corrosion.

Enfin, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, EDF a fait évoluer sa démonstration de sûreté relative aux risques d'inondation interne, en considérant notamment plusieurs possibilités de cheminement de l'eau.

Les risques liés au séisme

Les programmes d'inspection mis en œuvre par EDF la conduisent à déclarer régulièrement des événements significatifs pour la sûreté pour défaut de résistance au séisme de certains matériels. Ces événements résultent d'actions de contrôle ciblées, progressivement déployées par EDF. Ces non-conformités peuvent avoir, en cas de séisme, des conséquences importantes, qui sont alors systématiquement analysées. Ainsi, en 2020, EDF a déclaré un événement significatif en raison de la [non-tenue au séisme d'équipements nécessaires au bon fonctionnement des groupes électrogènes de secours à moteur diesel](#) de plusieurs centrales nucléaires que l'ASN a classé au niveau 2 sur l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques ([INES](#)) (voir encadré page 306).

Le [11 novembre 2019, un séisme s'est produit](#) au niveau de la commune du Teil. Ce séisme a conduit EDF à mettre en œuvre, sur la centrale nucléaire de [Cruas-Meysse](#), la procédure de

Les exigences définies

L'[arrêté du 7 février 2012](#) dispose qu'une exigence définie est une « exigence assignée à un élément important pour la protection (EIP) des personnes et de l'environnement, afin qu'il remplisse, avec les caractéristiques attendues, la fonction prévue dans la démonstration mentionnée au deuxième alinéa de l'[article L. 593-7 du code de l'environnement](#) ou à une activité importante pour la protection (AIP) des personnes et de l'environnement afin qu'elle réponde à ses objectifs vis-à-vis de cette démonstration ».

Pour les EIP, ces exigences peuvent notamment porter sur :

- les caractéristiques des matériaux constitutifs ;
- les procédés de fabrication, d'assemblage, de montage et de réparation ;
- les grandeurs physiques et critères caractéristiques de la performance de l'EIP.

Pour les AIP, les exigences peuvent notamment porter sur :

- les compétences nécessaires pour l'accomplissement de l'activité ;
- les habilitations nécessaires, le cas échéant ;
- les contrôles et points d'arrêt ;
- les équipements et matériels requis pour permettre l'exécution de l'activité dans le respect des exigences réglementaires, voire contractuelles, de façon à garantir le respect de la démonstration de sûreté.

conduite prévue en cas de séisme. En effet, les mouvements sismiques détectés sur ce site ont atteint le niveau nécessitant la mise à l'arrêt des réacteurs afin de procéder à des vérifications. Un programme d'inspection a ensuite été défini et réalisé avant le redémarrage des réacteurs. L'ASN a demandé à EDF dès novembre 2019 de déterminer si ce séisme devait conduire à revoir les niveaux de séisme à retenir pour la protection des sites des centrales nucléaires du Tricastin et de Cruas. La réponse transmise par EDF en 2020 est en cours d'instruction.

Les risques liés aux températures extrêmes

Les inspections portant sur les risques associés aux températures extrêmes mettent en évidence que l'organisation d'EDF doit être améliorée sur une majorité de sites. En particulier, l'ASN constate sur plusieurs sites un manque d'anticipation pour la préparation de la mise de l'installation en configuration estivale ou hivernale.

EDF a mené en 2020, à la demande de l'ASN, des essais de fonctionnement des groupes électrogènes de secours à moteur diesel en période de température élevée. Ces essais permettront de conforter la démonstration de la qualification de ces matériels.

Les risques liés à la foudre

Les inspections relatives à la foudre mettent en évidence la nécessité de disposer, sur l'ensemble des sites, d'une organisation et d'un pilotage renforcés afin d'améliorer la prise en compte des exigences réglementaires associées à la maîtrise de cette agression.

Les analyses des risques liés à la foudre peuvent reposer sur des informations ne reflétant pas la situation réelle des installations. Malgré quelques améliorations enregistrées en 2020, l'ASN a constaté un retard notable dans la réalisation des travaux identifiés dans les études techniques. Par ailleurs, l'ASN constate régulièrement que les échéances de réalisation des vérifications périodiques des systèmes de protection contre la foudre par des

organismes de contrôle compétents ne sont pas respectées. Ces éléments ont fait l'objet de demandes d'actions correctives. EDF a défini un programme de travail pour améliorer la situation.

2.4.7 Le contrôle de la conformité des installations aux exigences

Le maintien de la conformité des installations à leurs exigences de conception, de réalisation et d'exploitation est un enjeu majeur dans la mesure où cette conformité est essentielle pour s'assurer du respect de la démonstration de sûreté. Les processus mis en œuvre par l'exploitant, notamment lors des arrêts des réacteurs, contribuent au maintien de la conformité des installations aux exigences issues de cette démonstration.

Les arrêts de réacteur

Les réacteurs électronucléaires doivent être arrêtés périodiquement pour renouveler leur combustible, qui s'épuise pendant le cycle de production d'électricité. Un tiers ou un quart du combustible est ainsi renouvelé à chaque arrêt.

Ces arrêts rendent momentanément accessibles, avec des précautions particulières, toutefois, en matière de radioprotection, certaines parties de l'installation qui ne le sont pas en phase de production. Ils sont donc mis à profit pour vérifier l'état des matériels en réalisant des opérations de contrôle, d'essais et de maintenance, ainsi que pour réaliser des travaux sur l'installation.

Ces arrêts pour renouvellement du combustible peuvent être de plusieurs types :

- arrêt pour simple rechargement et arrêt pour visite partielle : d'une durée de quelques semaines, ces arrêts sont consacrés au renouvellement d'une partie du combustible et à la réalisation d'un programme de vérification et de maintenance, plus important lors d'une visite partielle que lors d'un arrêt pour simple rechargement ;
- arrêt pour visite décennale : il s'agit d'un arrêt faisant l'objet d'un programme de vérification et de maintenance approfondi. Ce type d'arrêt, qui dure plusieurs mois et intervient tous les 10 ans, permet à l'exploitant de procéder à des opérations lourdes telles que la visite complète et l'épreuve hydraulique du circuit primaire, l'épreuve de l'enceinte de confinement ou l'intégration des évolutions de conception résultant des réexamens périodiques.

Ces arrêts sont planifiés et préparés par l'exploitant plusieurs mois à l'avance. L'ASN contrôle les dispositions prises par l'exploitant pour assurer la sûreté de l'installation, la protection de l'environnement et la radioprotection des travailleurs pendant l'arrêt, ainsi que la sûreté du réacteur pour le cycle de production à venir.

Le contrôle réalisé par l'ASN, au regard des dispositions de la [décision n° 2014-DC-0444 du 15 juillet 2014](#) relative aux arrêts et aux redémarrages des REP, porte principalement :

- en phase de préparation de l'arrêt, sur le contenu du programme d'arrêt établi par l'exploitant. L'ASN peut demander, le cas échéant, des compléments à ce programme ;
- pendant l'arrêt, à l'occasion d'inspections et de points d'information réguliers, sur la mise en œuvre du programme et sur le traitement des aléas rencontrés ;
- en fin d'arrêt, à l'occasion de la présentation par l'exploitant du bilan de l'arrêt du réacteur, sur l'état du réacteur et son aptitude à être remis en service. C'est à l'issue de ce contrôle que l'ASN donne ou non son accord au redémarrage du réacteur ;
- après le redémarrage du réacteur, sur les résultats de l'ensemble des essais réalisés au cours de l'arrêt et en phase de redémarrage.

Le traitement des écarts

Un écart est un non-respect d'une exigence définie ou d'une exigence fixée par le système de management intégré de l'exploitant. Un écart peut ainsi affecter une structure, un système ou un composant de l'installation. Il peut aussi porter sur le respect d'un document d'exploitation ou sur le fonctionnement d'une organisation.

La réglementation impose à l'exploitant d'identifier l'ensemble des écarts affectant ses installations et de procéder à leur traitement. Les activités attachées au traitement des écarts sont des activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement. Elles sont donc soumises à des exigences de contrôle et de surveillance dont la mise en œuvre est régulièrement contrôlée par l'ASN.

L'identification et le traitement des écarts

Les contrôles engagés par EDF dans le cadre de son référentiel d'exploitation et les vérifications additionnelles demandées par l'ASN au titre, notamment, du retour d'expérience peuvent conduire à la détection d'écarts par rapport aux exigences définies qui doivent alors être traités. Ces écarts peuvent avoir diverses origines : problèmes de conception, défauts de réalisation lors de la construction, maîtrise insuffisante des opérations de maintenance, dégradations dues au vieillissement, défaillances organisationnelles, etc.

Les actions de détection et de correction des écarts, prescrites par l'[arrêté du 7 février 2012](#), jouent un rôle essentiel dans le maintien du niveau de sûreté des installations.

Les vérifications « au fil de l'eau »

La réalisation des programmes d'essais périodiques et de maintenance préventive sur les matériels et les systèmes contribue à identifier les écarts. Les visites de routine sur le terrain et les activités de contrôle technique et de vérification des activités considérées importantes pour la protection des personnes et de l'environnement constituent également des moyens efficaces pour détecter des écarts.

Les vérifications lors des arrêts de réacteur

EDF met à profit les arrêts des réacteurs nucléaires pour réaliser les travaux de maintenance et les contrôles qui ne peuvent pas être accomplis lorsque le réacteur est en production. Ces opérations permettent notamment de résorber les écarts déjà connus, mais peuvent également conduire à en détecter de nouveaux. Avant chaque redémarrage du réacteur, l'ASN demande à EDF d'identifier les écarts non résorbés, de mettre en œuvre les dispositions compensatoires adaptées et de justifier l'acceptabilité de ces écarts au regard de la protection des personnes et de l'environnement pour le cycle de production à venir.

Les vérifications décennales : les examens de conformité

EDF réalise des [réexamens périodiques](#) de la sûreté des réacteurs nucléaires tous les 10 ans, conformément à la réglementation (voir point 2.10.2). EDF réalise alors une revue approfondie de l'état réel des installations par rapport aux exigences de sûreté qui leur sont applicables, notamment à partir du suivi en exploitation qu'il a réalisé jusqu'alors, et répertorie les éventuels écarts. Ces vérifications peuvent être complétées par un programme d'investigations complémentaires dont le but est de contrôler des parties de l'installation qui ne bénéficient pas d'un programme de maintenance préventive.

Les vérifications additionnelles en réponse à des demandes de l'ASN

En complément des actions menées par EDF dans le cadre de son référentiel d'exploitation, des vérifications complémentaires sont réalisées à la demande de l'ASN, que ce soit, par exemple, au titre du retour d'expérience d'événements survenus sur d'autres installations, à la suite d'inspections, ou à l'issue de l'examen des dispositions proposées par l'exploitant dans le cadre des réexamens périodiques.

Les modalités d'information de l'ASN et du public

Lorsqu'un écart est détecté, EDF, comme tout exploitant d'INB, est tenu d'en évaluer les impacts sur la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement. S'il y a lieu, EDF transmet alors à l'ASN une déclaration d'événement significatif. Les événements ainsi déclarés font l'objet, à partir du niveau 1 sur l'[échelle INES](#), d'une information du public sur [asn.fr](#).

Les exigences de l'ASN en matière de remise en conformité

Pour les écarts les plus importants, l'ASN a publié le 6 janvier 2015 le [Guide n° 21](#) relatif au traitement des écarts de conformité. Ce guide précise les attentes de l'ASN en matière de résorption des écarts de conformité et présente la démarche attendue de l'exploitant en application du principe de proportionnalité. Celle-ci s'appuie notamment sur une évaluation des conséquences potentielles ou avérées de tout écart identifié et sur la capacité de l'exploitant à garantir la maîtrise du réacteur en cas d'accident par la mise en œuvre de dispositions compensatoires adaptées. Le guide rappelle par ailleurs le principe d'une résorption dès que possible des écarts de conformité, et définit en tout état de cause des délais maximaux.

Les événements significatifs

EDF est tenue de déclarer à l'ASN puis d'analyser les événements significatifs survenant dans ses centrales nucléaires (voir chapitre 3, point 3.3). Chaque événement significatif fait l'objet, lorsque cela est approprié, d'un classement par l'ASN sur l'échelle INES. Ce processus de déclaration et d'analyse des événements significatifs contribue au retour d'expérience et à la démarche d'amélioration continue de la protection des intérêts mentionnés à l'[article L. 593-1 du code de l'environnement](#).

L'ASN examine aux niveaux local et national l'ensemble des événements significatifs déclarés (la synthèse de leur analyse pour l'année 2019 figure au point 2.4.8.) et contrôle le traitement de ces événements par EDF. Les événements significatifs jugés notables du fait de leur gravité, ou de leur caractère récurrent ou générique, font l'objet d'une analyse approfondie par l'ASN.

Lors d'inspections dans les centrales nucléaires et les services centraux d'EDF, l'ASN contrôle l'organisation de l'exploitant et les actions menées pour tirer les enseignements techniques et organisationnels du retour d'expérience.

2.4.8 L'évaluation de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables

L'ASN a régulièrement signalé par le passé à EDF que les dispositions organisationnelles prises pour traiter les écarts présentaient des fragilités, que la traçabilité des actions mises en œuvre pour le traitement des écarts était insuffisante, et que les délais de caractérisation, de contrôle et de traitement des écarts et d'information de l'ASN n'étaient pas toujours conformes aux exigences de l'arrêté du 7 février 2012. EDF a donc révisé en 2019 son référentiel interne relatif à la gestion des écarts afin d'améliorer leur traitement et d'assurer une information de l'ASN réactive et proportionnée aux enjeux pour la sûreté. L'ASN a constaté en 2020 la poursuite de l'amélioration de la situation. En

Contrôle de la conformité des sources électriques

Par décision n° 2019-DC-0662 du 19 février 2019, l'ASN a prescrit à EDF de réaliser des contrôles de la conformité des sources électriques de ses réacteurs, en particulier des groupes électrogènes de secours à moteur diesel (diesels de secours).

Dans le cadre de ces contrôles, EDF a détecté des anomalies sur 37 réacteurs portant sur des défauts de résistance au séisme. Ces défauts concernent le mauvais montage de raccords en élastomère de tuyauteries, la corrosion de certaines portions de tuyauteries ou de leurs supports, des défauts de connectique au niveau de certaines armoires électriques et des défauts d'ancrage d'armoires électriques ou d'aéroréfrigérants de circuits de refroidissement.

L'ASN a classé cet événement au niveau 1 ou 2 sur l'échelle INES selon le réacteur concerné, en fonction de la nature des défauts rencontrés et du nombre de diesels de secours affectés. Cet événement n'a pas eu de conséquence sur les personnes ou l'environnement.

L'ensemble des défauts constatés a fait l'objet de réparations par EDF, ou, pour ce qui concerne le mauvais montage de certains raccords en élastomère, d'une surveillance renforcée jusqu'au prochain arrêt du réacteur, au cours duquel ils seront remplacés.

Dans le cadre de la décision n° 2019-DC-0662, les contrôles des sources électriques des centrales nucléaires se poursuivront jusqu'au début de l'année 2022, notamment pour les contrôles ne pouvant être réalisés que lors des arrêts de réacteur pour rechargement de combustible.

particulier, la propension d'EDF à résorber plus rapidement les écarts s'est améliorée, même si, en la matière, les efforts doivent être maintenus.

En 2020, EDF a de nouveau déclaré plusieurs événements significatifs concernant les groupes électrogènes de secours à moteur diesel qui mettent en évidence des défauts présents depuis leur installation ou liés à des problèmes de suivi en exploitation. À cet égard, l'ASN a prescrit à EDF la réalisation de contrôles de conformité complets des diesels de secours par [décision du 19 février 2019](#) (voir encadré). Certains contrôles seront encore réalisés à cet égard jusqu'au début de l'année 2022 compte tenu de la programmation des arrêts de réacteur permettant leur réalisation.

Les écarts les plus significatifs relevés en 2020 concernent, outre les groupes électrogènes de secours à moteur diesel, la tenue au séisme de matériels de sauvegarde et de refroidissement des réacteurs.

Par ailleurs, l'ASN a porté en 2020 une vigilance particulière à la maîtrise de la conformité des installations lors de la quatrième visite décennale du réacteur 2 de la centrale nucléaire du [Bugey](#). Le programme de contrôle d'EDF a fait l'objet d'inspections dédiées.

L'ASN continuera à être particulièrement attentive à la conformité des installations en 2021, et poursuivra à cet égard les inspections sur l'état des matériels et des systèmes.

Enfin, l'ASN constate que certains systèmes rattachés aux fonctions de sûreté « support », « maîtrise de la réactivité » et « refroidissement » présentent des indisponibilités fortuites répétées. Il s'agit notamment des systèmes de refroidissement intermédiaire du réacteur, de surveillance post-accidentelle, de mesure de la puissance nucléaire du réacteur et d'alimentation de secours des GV. Ces indisponibilités vont nécessiter une analyse et des échanges avec EDF en 2021 afin d'identifier, le cas échéant, les améliorations nécessaires.

Les déclarations d'événements significatifs par EDF

En application des [règles relatives à la déclaration des événements significatifs](#) (voir chapitre 3, point 3.3), l'ASN a reçu de la part d'EDF, en 2020, 740 déclarations d'événements significatifs au titre de la sûreté (ESS), 174 au titre de la radioprotection (ESR) et 61 au titre de la protection de l'environnement (ESE). Le nombre d'événements significatifs a diminué d'environ 2,4% en 2020 par rapport à l'année précédente. Cette diminution est la conséquence d'une baisse notable du nombre d'ESE (83 ESE en 2019).

Le graphique 1 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés par EDF et classés sur l'échelle INES depuis 2010.

Le graphique 2 présente l'évolution depuis 2010 du nombre d'événements significatifs en fonction du domaine de déclaration : ESS, ESR et ESE. Les événements hors échelle INES sont également pris en compte.

Les événements significatifs affectant plusieurs réacteurs nucléaires sont regroupés sous l'appellation d'événements significatifs à caractère générique. 26 événements de ce type ont été déclarés en 2020 dans le domaine de la sûreté nucléaire.

Les arrêts de réacteur

L'année 2020 a été particulièrement perturbée concernant le calendrier des [arrêts de réacteur](#) du fait de la crise sanitaire. Les restrictions de déplacement mises en place par le Gouvernement lors du printemps 2020 ont, dans un premier temps, fortement réduit la capacité d'EDF à réaliser les opérations de maintenance programmées pendant les arrêts de réacteur pour rechargement du combustible. EDF a décidé de rallonger les durées théoriques de tous les arrêts programmés et d'en repousser ou d'en annuler certains. L'ASN s'est assurée que les décalages des opérations de maintenance et d'arrêt ont été conduits par EDF dans le respect des règles applicables en matière de sûreté.

Les conditions de réalisation des activités par EDF ont été alourdies par la mise en place des gestes barrières pour se prémunir des contaminations.

2.5 La prévention et la maîtrise de l'impact environnemental et sanitaire

2.5.1 Le contrôle des rejets et de la gestion des déchets

Le contrôle de la gestion des prélèvements et des rejets dans l'environnement

Le code de l'environnement donne compétence à l'ASN pour édicter les prescriptions relatives aux prélèvements d'eau et aux rejets d'effluents des INB (voir chapitre 3, point 4.1). Les lois et textes réglementaires relatifs à la protection de l'environnement applicables aux centrales nucléaires de production d'électricité françaises sont composés de textes génériques, principalement le [code de l'environnement](#), l'[arrêté du 7 février 2012](#) et les décisions [n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des INB et [n° 2017-DC-0588 de l'ASN 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 REP, ainsi que de textes réglementaires spécifiques à chacune des centrales nucléaires :

- les décisions fixant les modalités de prélèvement et de consommation d'eau et de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux (chimiques et radioactifs) ;
- les décisions fixant les limites de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux (chimiques et radioactifs). Ces décisions sont homologuées par le ministre chargé de la sûreté nucléaire ;
- les arrêtés préfectoraux d'autorisation de prélèvement d'eau et de rejets d'effluents liquides et gazeux : antérieurs à novembre 2006, ils contiennent des prescriptions relatives aux modalités et aux limites de rejets spécifiques à un site nucléaire. Afin de décliner la nouvelle architecture réglementaire à l'ensemble des réacteurs électronucléaires français, la révision des arrêtés conduit à leur abrogation et à la prise de décisions de l'ASN.

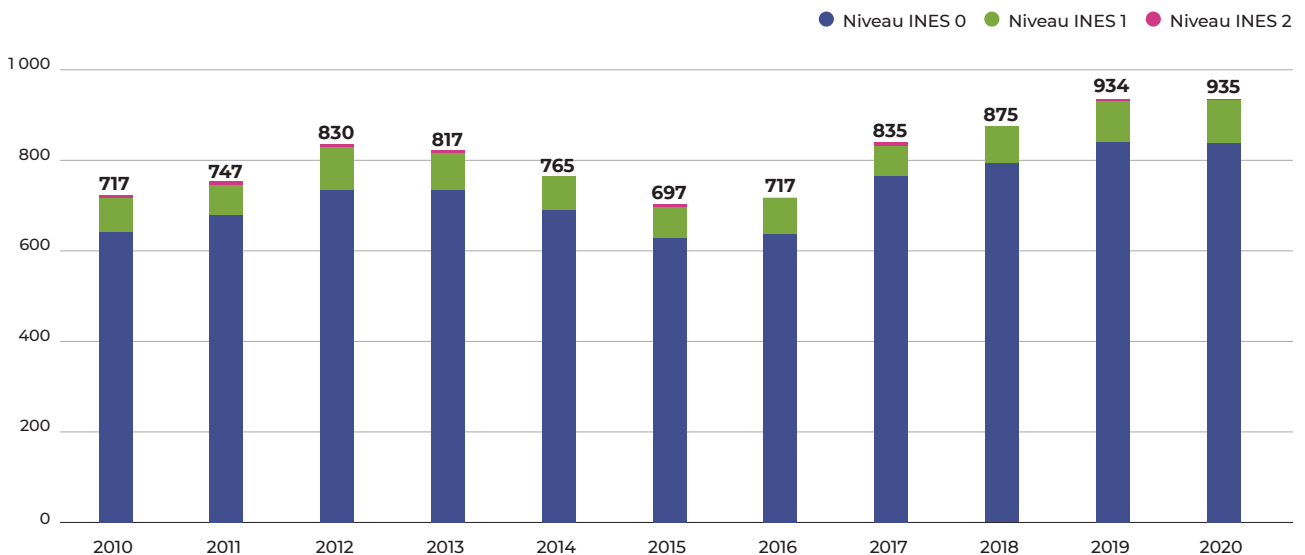
Pour chaque site, l'ASN fixe les valeurs limites d'émission, de prélèvement d'eau et de rejet d'effluents sur la base des meilleures techniques disponibles dans des conditions techniques et économiquement acceptables, en prenant en considération les caractéristiques de l'installation, son implantation et les conditions locales de l'environnement.

L'ASN fixe également les règles relatives à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des REP. Ces prescriptions sont notamment applicables à la gestion et à la surveillance des prélèvements d'eau et des rejets d'effluents, à la surveillance de l'environnement et à l'information du public et des autorités (voir chapitre 3, point 4.1).

Pour fixer ces prescriptions, l'ASN se fonde sur le retour d'expérience de l'ensemble des réacteurs, tout en prenant en compte les évolutions de l'exploitation (changement du conditionnement des circuits, traitement antitartre, traitement biocide, etc.) et de la réglementation générale.

GRAPHIQUE 1

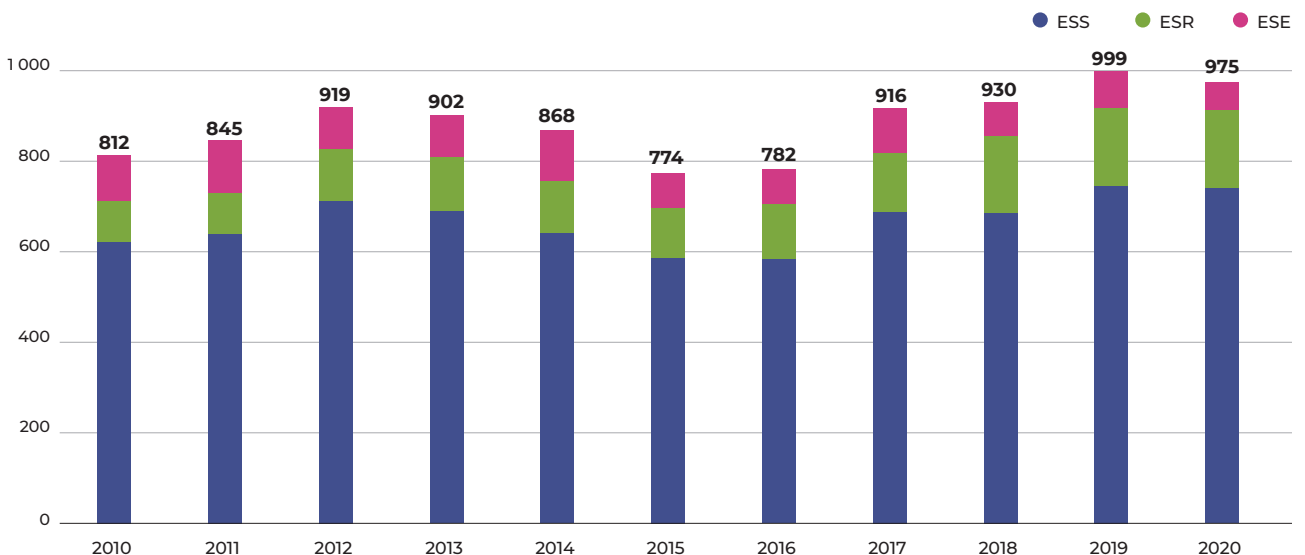
Évolution du nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF de 2010 à 2020



Ce graphique intègre les données de la centrale nucléaire de Fessenheim.

GRAPHIQUE 2

Évolution du nombre d'événements significatifs par domaine dans les centrales nucléaires d'EDF de 2010 à 2020



Ce graphique intègre les données de la centrale nucléaire de Fessenheim.



Entreposage de déchets à la centrale nucléaire du Blayais

Enfin, les exploitants de centrales nucléaires transmettent chaque année à l'ASN un rapport annuel dédié à l'environnement qui contient notamment un bilan des prélèvements et des rejets dans l'environnement, de leurs impacts éventuels, des événements marquants survenus et des perspectives.

L'impact des rejets thermiques des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires sont à l'origine de rejets d'effluents chauds dans les cours d'eau ou dans la mer, soit de manière directe pour les centrales nucléaires fonctionnant en circuit dit « ouvert », soit après refroidissement de ces effluents par passage dans des aéroréfrigérants permettant une évacuation partielle des calories dans l'atmosphère. Les rejets thermiques des centrales nucléaires conduisent à une élévation de la température entre l'amont et l'aval du rejet qui peut aller, suivant les réacteurs, de quelques dixièmes de degrés à plusieurs degrés. Ces rejets thermiques sont réglementés par des décisions de l'ASN.

Depuis 2006, des dispositions sont intégrées à ces décisions pour définir à l'avance les modalités de fonctionnement des centrales nucléaires dans des conditions climatiques exceptionnelles conduisant à un échauffement significatif des cours d'eau. Ces dispositions particulières ne sont néanmoins applicables que si la sécurité du réseau électrique est en jeu.

Le contrôle de la gestion des déchets

La gestion des déchets conventionnels et radioactifs produits par les centrales nucléaires s'inscrit dans le cadre général de la gestion des déchets des INB. Le cadre juridique relatif à la gestion des déchets applicable aux centrales nucléaires est composé de textes législatifs et réglementaires de portée générale, notamment le [code de l'environnement](#), l'[arrêté du 7 février 2012](#) et la [décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015](#) relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les INB.

Conformément au code de l'environnement, EDF procède à un tri à la source des déchets en distinguant notamment les déchets issus de zones nucléaires des autres déchets. Pour l'ensemble des déchets, l'ASN examine l'étude produite par l'exploitant portant sur la gestion des déchets. Ce document est spécifique à chaque installation, tel que requis par la réglementation (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)). Ce document présente notamment un descriptif des opérations à l'origine de la production des déchets, les caractéristiques des déchets produits ou à produire, une estimation des flux de production et un plan de zonage des déchets.

Par ailleurs, chaque site envoie annuellement à l'ASN le bilan de sa production de déchets et des filières d'élimination associées, une comparaison avec les résultats des années précédentes, un bilan de l'organisation du site et des différences constatées par

rapport aux modalités de gestion prévues dans l'étude sur la gestion des déchets et la liste des faits marquants survenus et des perspectives.

2.5.2 La prévention des impacts sanitaires et des pollutions des sols

Prévention des pollutions induites par les déversements accidentels de substances dangereuses

L'exploitation d'une centrale nucléaire induit, tout comme sur de nombreux sites industriels, la manipulation et l'entreposage de substances chimiques dites « dangereuses ». La gestion de ces substances et la prévention des pollutions, qui relèvent de la responsabilité de l'exploitant, est encadrée par la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) et l'[arrêté du 7 février 2012](#) et doit répondre par ailleurs aux exigences des textes européens. L'exploitant a des obligations en matière de gestion opérationnelle de ces substances et d'identification des dangers potentiels associés. Il doit également pouvoir prendre les mesures nécessaires en cas de situations incidentelles ou accidentelles qui donneraient lieu à une pollution.

Ainsi, l'exploitant doit, par exemple, identifier précisément la localisation de chaque substance dangereuse sur son site, ainsi que les quantités associées. Les fûts et réservoirs sont tenus d'être étiquetés en conformité avec le règlement européen CLP (*Classification, Labelling, Packaging*) et de disposer de rétentions conçues pour pouvoir recueillir les éventuels déversements. Par ailleurs, les centrales nucléaires doivent mettre en œuvre une organisation et des moyens pour prévenir la pollution du milieu naturel (nappe, fleuve, sol).

Depuis quelques années et à la demande de l'ASN, EDF mène des actions pour améliorer sa maîtrise du risque de pollution en travaillant à améliorer le confinement des substances liquides dangereuses sur ses sites.

L'ASN suit avec attention, par ses contrôles sur le terrain, les dispositions organisationnelles et matérielles mises en place par EDF pour gérer les substances dangereuses présentes dans ses installations et pour faire face à une éventuelle pollution.

Prévention des impacts sanitaires induits par le développement des légionelles et des amibes dans certains circuits de refroidissement des circuits secondaires des centrales nucléaires

Certains circuits de refroidissement des centrales nucléaires constituent des milieux favorables au développement des légionelles et des amibes (voir point 1.4).

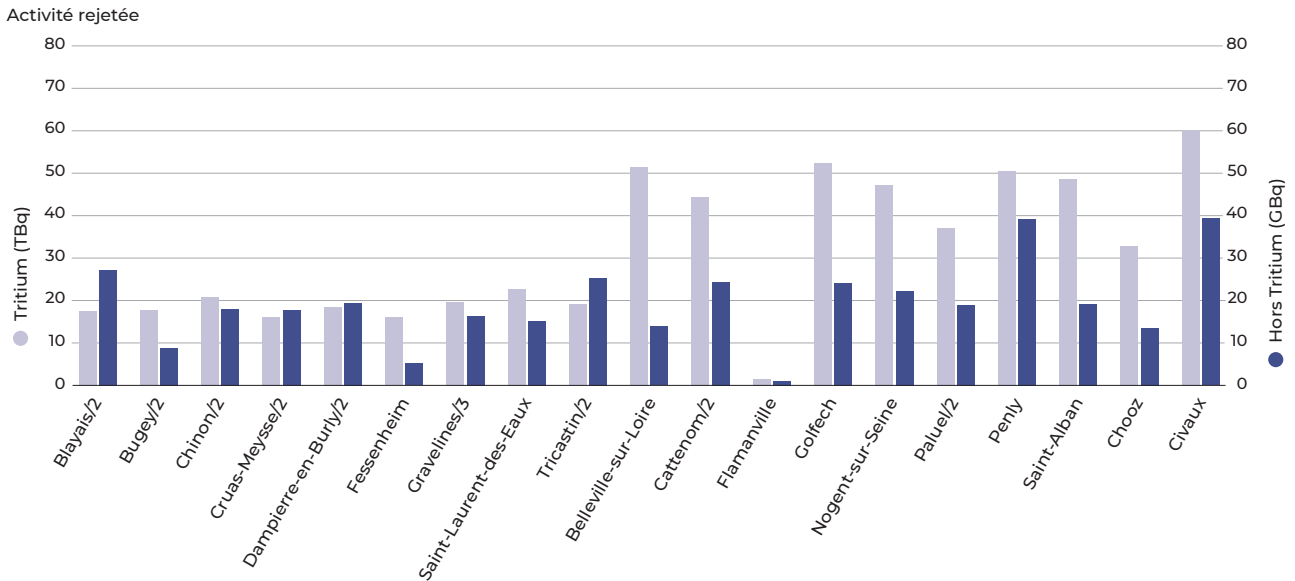
La [décision n° 2016-DC-0578 de l'ASN du 6 décembre 2016](#) relative à la prévention des risques résultant de la dispersion de micro-organismes pathogènes (légionelles et amibes) par les installations de refroidissement du circuit secondaire des REP fixe les exigences relatives :

- à la conception, l'entretien et la surveillance de l'installation ;
- aux concentrations maximales en légionelles dans l'eau de l'installation et en aval de celle-ci pour les amibes ;
- aux actions à mener en cas de prolifération de micro-organismes dans les circuits, ou d'infection, identifiées à proximité de l'installation ;
- à l'information du public et des administrations en cas de prolifération de micro-organismes.

L'ASN suit avec attention, au travers de ses instructions et de ses contrôles sur le terrain, les dispositions préventives ou curatives mises en œuvre par EDF pour réduire le risque de prolifération de ces micro-organismes et les résultats associés à ces actions, y compris les rejets chimiques induits par les traitements biocides.

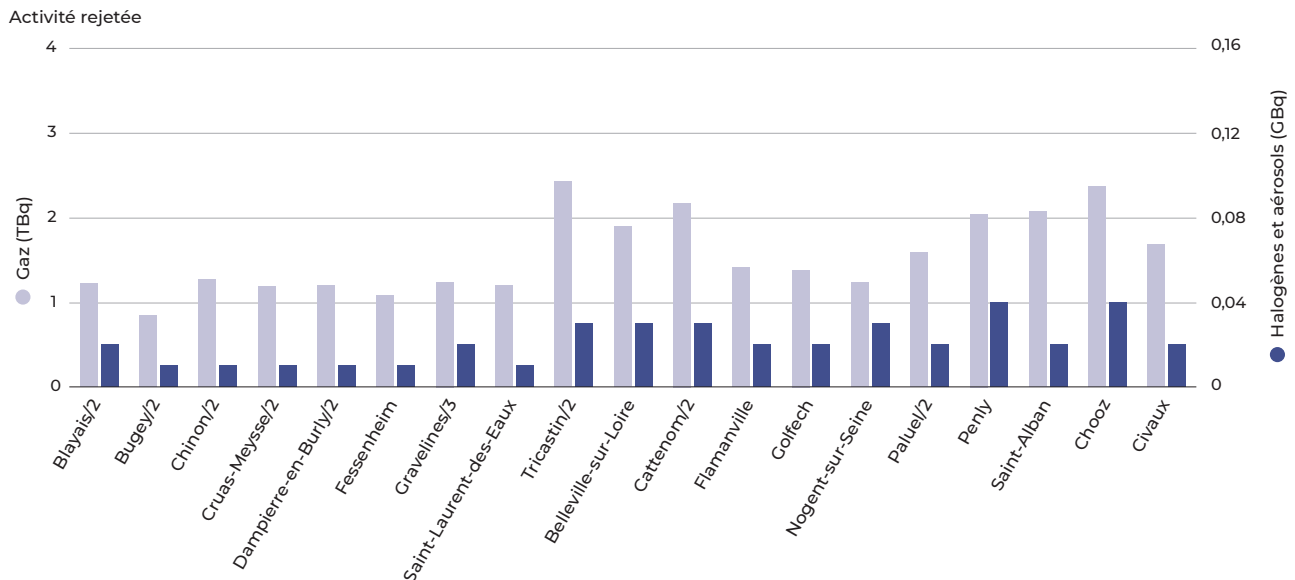
GRAPHIQUE 3

Rejets radioactifs liquides pour les centrales nucléaires en 2020 (par paire de réacteurs)



GRAPHIQUE 4

Rejets radioactifs gazeux pour les centrales nucléaires en 2020 (par paire de réacteurs)



Chaque site pouvant avoir un nombre de réacteurs différent, pour permettre la comparaison d'un site à l'autre, les résultats sont ramenés par « paire de réacteurs ». Cela revient par exemple à : conserver les résultats en l'état pour le site de Golfech, qui a deux réacteurs ; diviser par deux ceux de Chinon, qui a quatre réacteurs (Chinon/2) ; diviser par trois ceux de Gravelines, qui a six réacteurs (Gravelines/3). Par ailleurs, les données de rejets de chaque site, transmises par EDF à l'ASN, ne sont pas représentatives du temps de fonctionnement des installations ou des activités.

2.5.3 L'évaluation de la maîtrise des nuisances et de l'impact sur l'environnement

Évaluation de la prévention des nuisances, de la maîtrise des rejets dans l'environnement et de la gestion des déchets

L'ASN a mené, en 2020, des inspections relatives à la maîtrise des nuisances et de l'impact des centrales nucléaires sur l'environnement, portant principalement sur la prévention des pollutions et des nuisances, la maîtrise des rejets dans l'environnement et la gestion des déchets.

L'organisation d'EDF en matière de maîtrise des nuisances et de l'impact des centrales nucléaires sur l'environnement doit être améliorée sur la plupart des sites et l'ASN considère que l'exploitant doit encore accroître sa vigilance sur cette thématique.

Si l'ASN constate une meilleure appropriation par les sites des analyses méthodiques des risques microbiologiques et des efforts pour améliorer le confinement des substances dangereuses liquides sur certains sites, l'ASN considère que des actions correctives doivent toujours être menées sur la prévention des pollutions et la gestion des déchets. Un plan d'action a été défini par EDF au niveau national sur ce dernier sujet.

Les lacunes dans le confinement des substances dangereuses liquides, constatées en inspection en 2018 et en 2019, ont conduit l'ASN à demander à EDF un état des lieux pour l'ensemble de ses centrales nucléaires. Les éléments communiqués présentent un niveau de détail satisfaisant sur la situation actuelle des sites. L'ASN a demandé à EDF de lui communiquer les actions qu'elle prévoit pour améliorer la situation de chacun des sites.

L'ASN a constaté en 2020, dans la continuité des années précédentes, que la gestion des rejets reste bien maîtrisée par la plupart des sites. Cependant, certains événements traduisent des fragilités ponctuelles.

En janvier 2020, l'ASN a mis [EDF](#) en demeure de transmettre certains éléments requis par sa décision n° 2013-DC-0360 pour les sites du Blayais, du Bugey, de Chinon, de Chooz, de Cruas, de Gravelines, et de Saint-Laurent-des-Eaux. En effet, EDF n'avait pas joint au rapport de conclusion du [réexamen périodique](#) de certaines installations :

- une analyse des performances des moyens de prévention et de réduction des effets et nuisances engendrés par l'installation au regard de l'efficacité des meilleures techniques disponibles;
- une analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement portant sur l'installation et son voisinage.

EDF a respecté les échéances fixées en 2020 dans cette mise en demeure.

2.6 La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté

La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté des centrales nucléaires est déterminante au cours de toutes les étapes du cycle de vie des installations (conception, construction, mise en service, fonctionnement, démantèlement). L'ASN s'intéresse donc aux conditions qui favorisent ou pénalisent la contribution des intervenants et des collectifs de travail à la sûreté des centrales nucléaires. Elle définit les facteurs organisationnels et humains ([FOH](#)) comme l'ensemble des éléments des situations de travail et de l'organisation qui vont avoir une influence sur l'activité de travail des opérateurs.

2.6.1 Le contrôle du fonctionnement des organisations

Le système de gestion intégrée

L'[arrêté du 7 février 2012](#) prévoit que l'exploitant dispose notamment des compétences techniques pour assurer la maîtrise des activités d'exploitation. Parmi celles-ci, le traitement des événements significatifs requiert la réalisation d'une analyse approfondie des causes organisationnelles et humaines, en sus des causes techniques.

Par ailleurs, l'arrêté précité prescrit à l'exploitant de définir et de mettre en œuvre un système de gestion intégrée ([SGI](#)) permettant d'assurer que les exigences relatives à la protection des intérêts sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. Ce SGI doit préciser les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources de tout ordre, en particulier celles retenues pour maîtriser les activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement.

Le contrôle de l'ASN sur le fonctionnement des organisations mises en place par EDF vise les modalités de mise en œuvre du SGI. En particulier, l'ASN s'assure que la démarche de conception ou de modification mise en œuvre par les centres d'ingénierie au moment de la conception d'une nouvelle installation ou de la modification d'une installation existante prend en compte le besoin des utilisateurs et ne remet pas en cause le respect des exigences définies.

Plus largement, l'ASN contrôle l'organisation mise en œuvre par EDF pour gérer les ressources nécessaires à la réalisation de ces activités.

La maîtrise des activités sous-traitées

Les activités de maintenance et de modification des réacteurs français sont en grande partie sous-traitées par EDF à des entreprises extérieures. EDF motive le recours à la sous-traitance par le besoin de faire appel à des compétences pointues ou rares

et par la forte saisonnalité des arrêts de réacteur et donc le besoin d'absorber les pics de charge.

Le choix d'EDF de recourir à la sous-traitance ne doit pas remettre en cause les compétences techniques qu'elle doit conserver pour exercer sa responsabilité d'exploitant en matière de protection des personnes et de l'environnement et être en mesure de surveiller effectivement la qualité des travaux effectués par les sous-traitants. Une sous-traitance mal maîtrisée est en effet susceptible de conduire à une mauvaise qualité du travail réalisé et d'avoir un impact négatif sur la sûreté de l'installation et la radioprotection des intervenants.

EDF met en place les dispositions nécessaires pour maîtriser les risques associés aux activités sous-traitées et les actualise régulièrement. EDF a ainsi renforcé la préparation des arrêts, afin notamment de sécuriser la disponibilité des ressources humaines et matérielles.

L'ASN contrôle les conditions de préparation (calendrier, ressources requises, etc.) et d'[exercice des activités sous-traitées](#) (relations avec l'exploitant, surveillance par l'exploitant, etc.). Elle vérifie aussi que les intervenants disposent des moyens nécessaires (outils, documents opératoires, etc.) à l'accomplissement de leur activité, notamment lorsque ces moyens sont mis à disposition par EDF.

2.6.2 L'évaluation du fonctionnement des organisations et de la maîtrise des activités

L'organisation globale

L'ASN considère qu'EDF a convenablement géré les évolutions de ses organisations rendues nécessaires par les mesures sanitaires liées à la pandémie de Covid-19. Certaines de ces évolutions ont même pu être bénéfiques pour la sûreté. C'est le cas des mesures prises pour limiter les contacts avec les opérateurs de conduite, qui ont amélioré la sérénité dans les salles de commande, et de l'allongement des durées prévisionnelles des durées des arrêts de réacteur, qui ont eu comme effet sur certains sites de diminuer les problèmes liés à la planification des activités.

Au-delà de la problématique particulière de la crise sanitaire, l'ASN a mené en 2020 une campagne d'entretiens dits « d'explicitation » au cours de laquelle les inspecteurs ont invité les personnels des sites à échanger sur leur vécu et leurs conditions de travail au quotidien. L'ASN a pu noter au travers de ces échanges que les personnels étaient globalement satisfaits de leurs conditions de travail mais a aussi relevé l'existence de fragilités récurrentes susceptibles de dégrader la qualité des interventions (modifications des plannings accentuant la pression temporelle ou les temps d'attente, problèmes de logistique, de mise à disposition des outils et des pièces de rechange, documentation opérationnelle inadaptée, locaux et équipements parfois peu accessibles, etc.). Dans certains cas, l'ASN a constaté des collectifs de travail en difficulté, notamment en ce qui concerne le maintien de l'équilibre entre la charge de travail et les ressources, ainsi que la gestion des interfaces avec les autres métiers (métiers de la conduite et de la maintenance, par exemple). L'ASN restera vigilante en 2021 sur ces sujets. Elle veillera à ce que ces difficultés vécues au quotidien par certains personnels ne les amènent pas, notamment par une normalisation de certaines déviations, à perdre le sens de leur activité et de la contribution de leurs actions à la sûreté.

La gestion des compétences, de la formation et des habilitations

L'organisation mise en place sur les sites pour gérer les compétences, les habilitations et la formation est restée globalement satisfaisante en 2020, malgré les difficultés liées à la pandémie de Covid-19.

L'ASN a noté une bonne dynamique dans la déclinaison et l'appropriation des référentiels métiers au niveau des sites (référentiels identifiant les missions de chaque métier et le parcours de formation associé) et un assez bon fonctionnement des instances dédiées à la programmation et au suivi des formations (service commun de formation, comités de formation à plusieurs niveaux de l'organisation). L'intégration dans les services des sites de différents profils dédiés à la gestion des compétences (« appuis formation », « référents métier », etc.), constitue un dispositif efficace d'appui et de conseil aux managers.

Toutefois l'ASN a relevé régulièrement en 2020 des fragilités dans le domaine des compétences, notamment en ce qui concerne l'appropriation des processus et des documents opérationnels, et les compétences techniques de certains intervenants et chargés de surveillance (manque de connaissances techniques sur les équipements sur lesquels interviennent les prestataires). Ces lacunes sont accrues pour les sites subissant un fort taux de renouvellement de leur effectif. Les inspections de l'ASN prévues sur le thème des compétences en 2021 seront centrées sur ces fragilités.

La surveillance des activités sous-traitées

L'ASN considère que la qualité de la surveillance des activités sous-traitées est restée globalement stable en 2020 sur l'ensemble des sites comparativement à 2019. Les progrès observés sur certains sites au niveau de la préparation et de l'application des programmes de surveillance sont dus en partie à la bonne appropriation du nouvel outil d'aide à l'établissement des programmes de surveillance et à la réalisation des actions de surveillance. Mais les modalités d'exercice de la surveillance laissent toujours apparaître des difficultés sur certains sites (lacunes dans la surveillance des gestes techniques, difficultés à transmettre les exigences définies à certains prestataires ou à les sensibiliser plus globalement aux enjeux liés aux activités sensibles). Ces difficultés impliquent que la mission de surveillance ne constitue pas toujours une ligne de défense efficace vis-à-vis des défaillances potentielles des prestataires. Elles resteront un point d'attention pour l'ASN en 2021.

La maîtrise de la documentation opérationnelle

L'ASN considère que la documentation opérationnelle reste encore largement perfectible en 2020. Il s'agit d'un problème de fond qui est récurrent. De nombreuses analyses d'événements significatifs déclarés en 2020 mettent toujours en évidence des problèmes liés à la documentation opérationnelle, quel que soit le métier considéré. Les sites montrent toujours des difficultés à fournir des documents de qualité nécessaires à la bonne réalisation des activités (ergonomie inadaptée, documents d'intervention incomplets, trop génériques ou non mis à jour, gammes ne tenant pas compte des états du réacteur ou des spécificités du site, etc.). Ces fragilités se retrouvent dans différents domaines de l'exploitation, notamment la conduite en cas d'incident ou d'accident dont la documentation nécessite des améliorations significatives. L'ASN constate par ailleurs toujours, sur de nombreux sites, des défaillances dans l'exploitation de la documentation opérationnelle (appropriation insuffisante des dossiers, manquements dans la complétude des dossiers de suivi d'intervention, régimes de consignations incomplets, analyses de risques ne couvrant les risques spécifiques à l'activité, etc.).

Ces fragilités restent en bonne partie liées à des dysfonctionnements organisationnels dans le processus de création et de mise à jour de la documentation, et elles compromettent potentiellement le rôle de ligne de défense du support documentaire. L'ASN restera vigilante en 2021 sur ces problématiques.

Le processus de retour d'expérience

Toutes les centrales nucléaires ont mis en place depuis plusieurs années une organisation formelle et des outils dédiés pour piloter et animer le [retour d'expérience](#) interne et externe. L'ASN note

quelques progrès comparativement à 2019, mais considère que cette organisation doit encore être améliorée sur une majorité de sites. Des fragilités perdurent en effet sur le plan de la détection, de la remontée et du traitement des difficultés rencontrées sur le terrain, notamment pour ce qui relève des signaux faibles. Comme en 2019, l'incitation des prestataires à faire remonter les constats positifs ou négatifs *via* les débriefings et les outils dédiés reste insuffisante et doit être renforcée sur une majorité de sites.

Les analyses menées par les sites à la suite d'événements significatifs sont généralement pertinentes et l'identification des causes organisationnelles est en progrès. Cependant, comme en 2019, l'analyse des causes profondes aboutit encore trop souvent à des actions correctives peu ambitieuses, sans évolution des organisations. Enfin, trop de sites montrent encore de réelles limites dans l'évaluation de l'efficacité des actions correctives.

L'ASN sera particulièrement attentive en 2021 à la démarche de retour d'expérience que va mettre en place l'exploitant sur sa gestion de la crise sanitaire et aux enseignements qui en seront tirés pour la pérennisation de certaines pratiques nouvelles. De nombreux métiers dont la conduite, ont vu en effet leur organisation modifiée, entraînant de fortes adaptations au niveau des activités et des gestes réalisés au quotidien.

2.7 La radioprotection des personnels

2.7.1 Le contrôle de la radioprotection des personnels

L'exposition aux [rayonnements ionisants](#) dans un réacteur électronucléaire provient majoritairement de l'activation des produits de corrosion du circuit primaire et des produits de fission du combustible. Tous les types de rayonnements sont présents (neutrons, α , β et γ), avec un risque d'exposition externe et interne. Dans la pratique, plus de 90% des doses reçues proviennent des expositions externes aux rayonnements β et γ . Les expositions sont principalement liées aux opérations de maintenance lors des arrêts de réacteur.

L'ASN contrôle le respect de la réglementation relative à la [protection des travailleurs](#) susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants dans les centrales nucléaires. À ce titre, l'ASN s'intéresse à l'ensemble des travailleurs évoluant sur les sites, tant le personnel d'EDF que celui des prestataires.

Ce contrôle est réalisé lors d'inspections (spécifiquement sur le thème de la radioprotection, une à deux fois par an et par site, lors des arrêts des réacteurs, à la suite d'incidents ou plus ponctuellement dans les services centraux et centres d'ingénierie d'EDF) et à l'occasion de l'instruction de dossiers relatifs à la radioprotection des travailleurs (événements significatifs, dossiers de conception, de maintenance ou de modification, documents d'application de la réglementation élaborés par EDF, etc.), avec l'appui de l'IRSN le cas échéant.

Des réunions périodiques ont lieu avec EDF dans le cadre du dialogue technique avec l'exploitant. Elles permettent à l'ASN de contrôler l'avancement des projets techniques ou organisationnels mis en œuvre pour améliorer la radioprotection.

Les événements de contamination significative

Le nombre d'événements de contamination significative des travailleurs dans les centrales nucléaires exploitées par EDF est resté à un niveau élevé en 2020 : huit événements (dont un concernant la centrale nucléaire de Fessenheim) ont été déclarés en 2020, contre sept au cours de l'année 2019 et deux au cours de l'année 2018. Ces événements, qui ont entraîné une exposition supérieure au quart de la limite réglementaire annuelle par centimètre carré de peau, ont été classés au niveau 1 sur l'échelle INES. La procédure prévue par EDF, consistant à retirer les

particules contaminantes à l'aide d'une lingette dès leur détection a été mise en œuvre dans la plupart de ces cas et a permis de diminuer le temps d'exposition des travailleurs.

Par ailleurs, l'ASN constate que le port d'un masque chirurgical, rendu obligatoire en raison de la situation sanitaire, est susceptible d'accroître les gestes involontaires vers le visage et donc le risque de transfert d'une particule radioactive vers le visage ou le cou des intervenants.

L'ASN poursuivra ses contrôles sur cette thématique en 2021, notamment en ce qui concerne les procédures de prise en charge des contaminés et la prévention de la dissémination de la contamination radioactive.

2.7.2 L'évaluation de la radioprotection des personnels

La dosimétrie collective sur l'ensemble des réacteurs a diminué en 2020 par rapport à l'année 2019 (graphique 5), tout comme la dose moyenne reçue par les travailleurs pour une heure de travail en zone contrôlée (graphique 7). Les doses reçues par les travailleurs sont réparties selon une distribution illustrée ci-après par les graphiques 3 et 4.

Le graphique 6 présente la répartition des intervenants en fonction de la dosimétrie externe pour le corps entier. On constate que la dosimétrie de 75% des travailleurs exposés est inférieure à 1 millisievert (mSv) pour l'année 2020, ce qui correspond à la limite réglementaire annuelle pour le public. Aucun dépassement de la limite réglementaire annuelle relative à la dosimétrie externe pour le corps entier (20 mSv) n'a été relevé en 2020.

Le graphique 7 présente l'évolution de la dosimétrie individuelle moyenne pour le corps entier en fonction des catégories de métiers de travailleurs intervenant dans les centrales nucléaires. Les catégories de travailleurs les plus exposés en 2020 sont les personnels en charge du calorifugeage, du soudage, du contrôle, de la mécanique et des servitudes. Les doses enregistrées par les travailleurs les plus exposés sont en diminution par rapport à l'année 2019.

Malgré ces résultats, l'ASN constate que le recul dans la prise en compte de la radioprotection des travailleurs déjà observé en 2019 s'est accentué en 2020. Elle concerne notamment l'[application des règles de radioprotection](#) et la prise en compte de la protection des intervenants dans la planification des activités. Des défaillances sont relevées en particulier dans la mise en œuvre des processus d'accès et de délimitation des zones d'opération et des zones contrôlées rouges, dans lesquelles le débit d'équivalent de dose est susceptible d'être supérieur à 100 millisieverts par heure (mSv/h). Elles traduisent une perception inadéquate des risques radiologiques et une culture de radioprotection inadaptée. Dans le cadre des inspections menées lors des arrêts de réacteur, les inspecteurs de l'ASN formulent de manière récurrente des demandes portant sur la mise à disposition de matériels de radioprotection, ainsi que sur les analyses de risques et l'optimisation des doses. Ils soulignent néanmoins la mise en œuvre d'actions visant à résorber les écarts constatés, notamment en ce qui concerne l'optimisation de la dosimétrie.

La dégradation de la prise en compte de la radioprotection est particulièrement marquée au sein de certaines centrales nucléaires. Pour celles-ci, l'ASN a renforcé son contrôle. Elle constate que les dispositions mises en œuvre par EDF ne portent pas pleinement leurs fruits, notamment en ce qui concerne la résorption des écarts de nature organisationnelle. L'ASN maintiendra sa vigilance sur ces problématiques au cours de l'année 2021.

2.8 Le droit du travail dans les centrales nucléaires

2.8.1 Le contrôle du droit du travail dans les centrales nucléaires

L'ASN exerce les [missions d'inspection du travail](#) dans les 18 centrales nucléaires, le réacteur EPR en construction à Flamanville et 11 autres installations, pour la plupart des réacteurs en démantèlement. L'effectif travaillant dans une centrale nucléaire varie de 800 à 2000 personnes. Le nombre total de salariés affectés sur l'ensemble des sites nucléaires est d'environ 24000 pour les salariés d'EDF, et 23000 pour les salariés des entreprises sous-traitantes participant notamment à la maintenance lors des arrêts de réacteur.

L'inspection du travail a pour mission de veiller à l'application de l'ensemble du code du travail par les employeurs, qu'il s'agisse d'EDF ou des entreprises prestataires.

L'inspection du travail participe à la vision intégrée du contrôle recherchée par l'ASN et mène ses actions de contrôle en lien avec les autres activités de contrôle de la sûreté des installations et de la radioprotection.

En 2020, l'ASN disposait pour les missions d'inspection du travail de :

- 15 inspecteurs du travail, dont 4 en cours de formation, affectés dans ses divisions territoriales ;
- une directrice du travail et un directeur adjoint du travail au niveau central, chargés d'animer, de coordonner et d'appuyer le réseau des inspecteurs du travail et d'assurer l'interface avec le ministère en charge du travail.

Contrôle de la réglementation en matière de santé et de sécurité au travail

Tout au long de l'année 2020 et particulièrement pendant les périodes de confinement, les inspecteurs du travail de l'ASN ont été fortement sollicités à la fois par les employeurs, les salariés, les représentants du personnel d'EDF ou des entreprises prestataires sur les protections à mettre en place sur les lieux de travail vis-à-vis de la crise sanitaire, et les conditions de continuité de leurs activités sur les sites. L'appui de l'inspection du travail aux employeurs et aux commissions santé, sécurité et conditions de travail des comités sociaux et économiques pour l'information et l'explication des mesures gouvernementales a été très important.

Des actions spécifiques ont été menées sur les sites et ont porté notamment sur :

- le contrôle de la mise à jour des plans de continuité d'activité et des documents uniques d'évaluation des risques professionnels ;
- le contrôle de la qualité des masques de protection et des équipements de protection individuelle mis à disposition des salariés ;
- le suivi des cas de risques psychosociaux dans le cadre de la crise sanitaire et des alertes déposées par les comités sociaux et économiques d'EDF et des entreprises prestataires.

S'il a été noté au début du premier confinement des difficultés de définition et de mise en œuvre de mesures de protection adaptées, EDF a su mobiliser des moyens organisationnels et matériels pour lutter contre la propagation du virus sur ses sites.

En matière de santé et de sécurité au travail, les contrôles de l'inspection du travail de l'ASN en 2020 ont par ailleurs notamment porté sur :

- l'utilisation des installations électriques. Les inspecteurs continuent de suivre les actions engagées par EDF en matière de mise en conformité par rapport aux dispositions du code du travail ;

- les chantiers présentant des risques liés à la présence d'amiante. Les inspecteurs du travail sont particulièrement vigilants à la prévention du risque d'inhalation de ces fibres lors de leurs inspections;
- la conformité des équipements de travail et plus spécialement les appareils de levage. Les inspecteurs du travail constatent encore des lacunes;
- les risques d'incendie et d'explosion, pour lesquels les inspecteurs de l'ASN ont mis en évidence des non-conformités. L'ASN assure un contrôle coordonné permettant de prendre en compte l'ensemble de ces risques, qui sont importants à la fois pour la sécurité des travailleurs et pour la sûreté nucléaire (voir point 2.4.6);
- l'amélioration des conditions d'aération et de ventilation des locaux de travail.

Enfin, les inspecteurs du travail engagent systématiquement des enquêtes en cas d'accident grave ou de presque accident grave.

Sous-traitance et prestations de service internationales

Des actions ont été menées en 2020 en matière de contrôle des déclarations et des conditions de détachement des salariés d'entreprises étrangères, notamment sur le site en démantèlement de Chooz.

Plusieurs enquêtes relatives au transfert de contrats de travail, ont par ailleurs été conduites lors du changement de prestataires sur les sites.

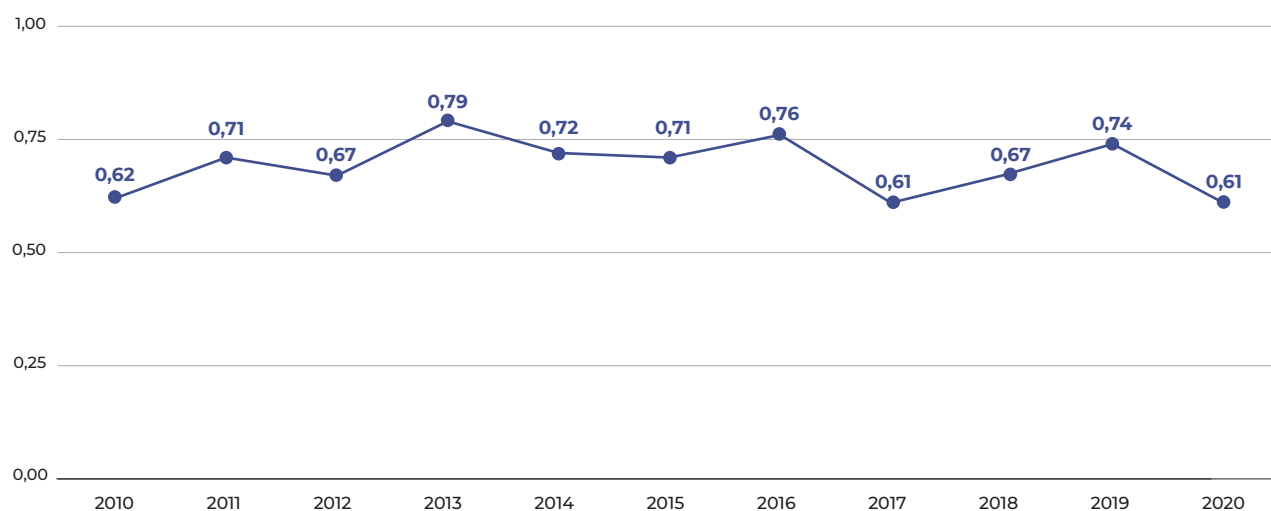
Procédures pénales et administratives engagées

En matière de travail illégal, l'ASN suit de près les procédures pénales engagées les années précédentes, notamment par des contacts réguliers avec les procureurs de la République.

En matière de santé et de sécurité, l'action de l'inspection du travail de l'ASN a conduit, en 2020, à l'ouverture de dix procédures pénales à l'encontre d'EDF ou d'entreprises prestataires en matière de non-conformités d'équipements de protection individuelle adaptés, de fonctionnement des instances représentatives du personnel ou de détachement de salariés d'entreprises étrangères. Des procédures de sanctions administratives pour infractions à la durée du travail ont été initiées par les inspecteurs du travail et suivies par les directions régionales des entreprises, de la concurrence, du travail et de l'emploi qui ont le pouvoir de prononcer les sanctions en ce domaine.

GRAPHIQUE 5

Dose collective moyenne par réacteur (Homme.Sv/réacteur)



Ce graphique intègre les données de radioprotection de la centrale nucléaire de Fessenheim.

Source : EDF.

2.8.2 L'évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

Certaines situations de risques professionnels, telles que les risques liés aux équipements de travail et particulièrement aux appareils de levage, les risques d'explosion et d'incendie et les risques électriques, sont toujours préoccupantes et doivent significativement s'améliorer. EDF a cependant mis en place des moyens pour résorber ces situations. L'inspection du travail constate par ailleurs encore des situations ponctuelles de non-prise en compte du risque lié à la présence d'amiante avant travaux pour éviter les expositions accidentelles.

Enfin, des progrès sont encore attendus dans le domaine de la gestion de la coactivité (qualité des plans de prévention notamment), du recours à la sous-traitance et des situations de détachement de salariés étrangers.

2.9 Le retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima

À la suite de l'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#), l'ASN a adopté un ensemble de [décisions en date du 5 mai 2011](#) demandant aux exploitants d'installations nucléaires importantes de procéder à des [ECS](#).

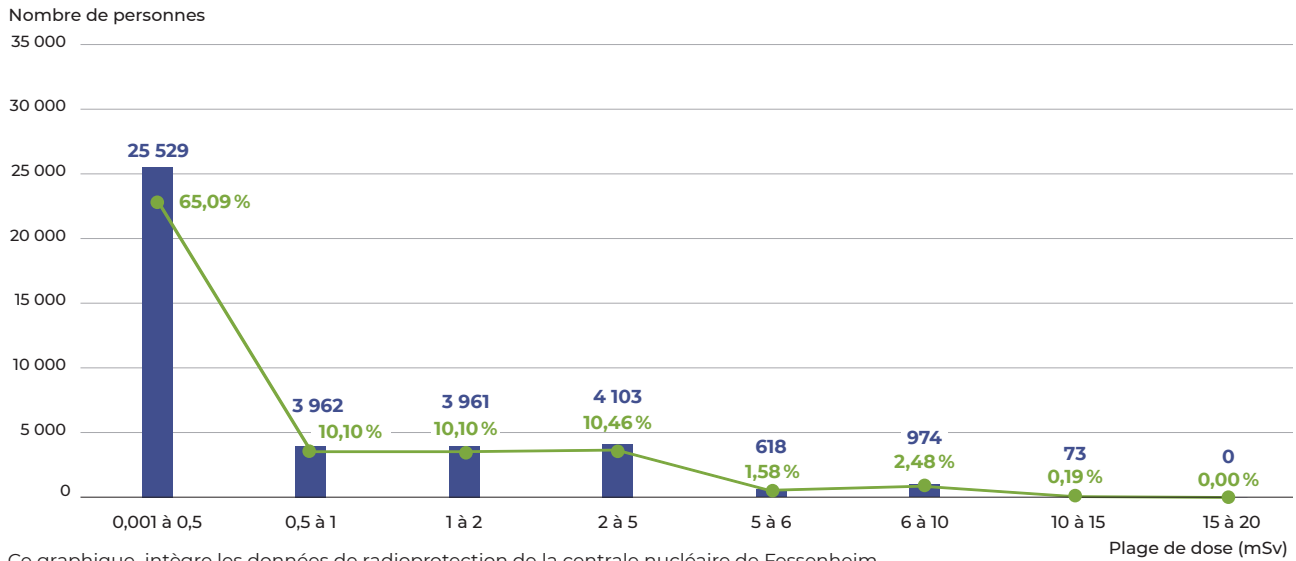
Les conclusions de ces ECS ont fait l'objet d'une [position de l'ASN le 3 janvier 2012](#), qui a elle-même fait l'objet d'un examen par des pairs européens, en avril 2012, dans le cadre des «[stress tests](#)» européens (tests de résistance de sûreté).

Sur la base de l'avis des groupes permanents d'experts et des conclusions des stress tests européens, l'ASN a pris un ensemble de [décisions en date du 26 juin 2012](#) demandant à EDF de mettre en place :

- un ensemble d'actions correctives ou d'améliorations, notamment l'acquisition de moyens de communication et de protection radiologique complémentaires, la mise en place d'instrumentations complémentaires, la prise en compte de risques d'agressions internes et externes de manière étendue, le renforcement de la prise en compte des situations d'urgence;
- une Force d'action rapide nucléaire (FARN) permettant, sur la base de moyens mobiles extérieurs au site, d'intervenir sur un site nucléaire en situation pré-accidentelle ou accidentelle;

GRAPHIQUE 6

Nombre et pourcentage d'intervenants par plage de dose (en mSv) sur l'année 2020

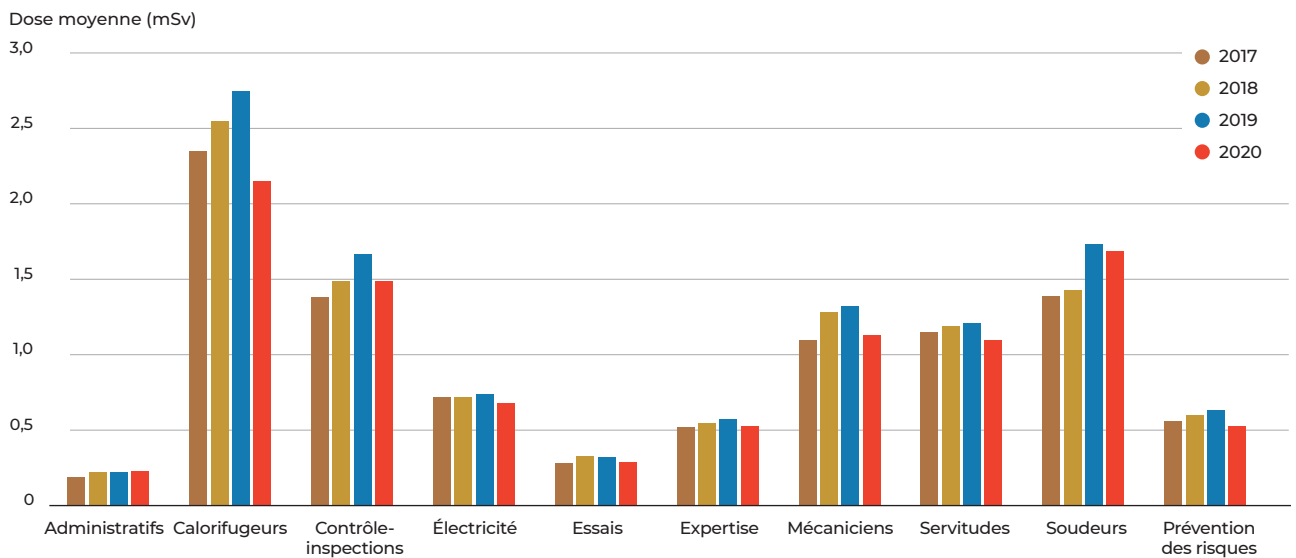


Ce graphique intègre les données de radioprotection de la centrale nucléaire de Fessenheim.

Source : EDF.

GRAPHIQUE 7

Évolution de la dose individuelle moyenne en fonction des catégories de métiers des travailleurs intervenant dans les centrales nucléaires



Ce graphique intègre les données de radioprotection de la centrale nucléaire de Fessenheim.

Source : EDF.

- un centre de crise local, permettant de gérer une situation d'urgence sur l'ensemble du site nucléaire en cas d'agression externe extrême ;
- un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles visant, en cas d'agression externe extrême, à :
 - prévenir un accident avec fusion du combustible ou en limiter la progression ;
 - limiter les rejets radioactifs massifs ;
 - permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une situation d'urgence.

L'ASN a complété ses demandes par un ensemble de [décisions en date du 21 janvier 2014](#) visant à préciser certaines dispositions de conception du « noyau dur », en particulier, la définition et la

justification des niveaux d'agressions naturelles externes extrêmes à retenir pour le « noyau dur ».

De façon générale, les demandes de l'ASN s'inscrivent également dans un processus d'amélioration continu de la sûreté au regard des objectifs fixés pour les réacteurs de troisième génération, et visent, en complément, à faire face à des situations très au-delà des situations habituellement retenues pour ce type d'installation.

Ces demandes sont prises en application de la démarche de défense en profondeur et, à ce titre, portent sur des mesures de prévention et de limitation des conséquences d'un accident, sur la base, à la fois, de moyens fixes complémentaires et de moyens mobiles prévus pour l'ensemble des installations d'un site au-delà de leur conception initiale.

Compte tenu de la nature des travaux demandés, il est nécessaire que l'exploitant procède à des études de conception, de construction et d'installation de nouveaux équipements qui nécessitent d'une part, des délais, et d'autre part, une planification pour leur mise en place sur chacune des centrales nucléaires de manière optimale. En effet, dans la mesure où ces travaux importants se déroulent sur des sites nucléaires en fonctionnement, il est aussi nécessaire de veiller à ce que leur réalisation ne dégrade pas la sûreté des centrales nucléaires.

En 2015, EDF a achevé la mise en place de dispositions temporaires ou mobiles visant à renforcer la prise en compte des situations principales de perte totale de la source froide ou de perte des alimentations électriques. En particulier, des moyens de connexion ont été installés afin qu'en cas de crise il soit possible de connecter des moyens mobiles pour apporter de l'eau. Par ailleurs, la FARN, qui est l'un des principaux moyens de gestion de crise, a été mise en place. Depuis le 31 décembre 2015, les équipes de la FARN ont une capacité d'intervention simultanée sur l'ensemble des réacteurs d'un site en moins de 24 heures (jusqu'à six réacteurs dans le cas du [site de Gravelines](#)). Ces dispositions permettent de répondre aux recommandations issues de l'examen par les pairs européens mené en avril 2012 dans le cadre des «[stress tests](#)» européens.

EDF a par ailleurs engagé la mise en place de certains moyens définitifs de conception et d'organisation robustes vis-à-vis d'agressions extrêmes visant à faire face aux principales situations de perte totale de la source froide ou de perte des alimentations électriques au-delà des référentiels de sûreté en vigueur et aux accidents avec fusion du cœur.

Les mesures les plus importantes sont :

- la mise en place d'un diesel d'ultime secours (DUS) de grande puissance nécessitant la construction d'un bâtiment dédié. En raison des difficultés industrielles rencontrées par EDF pour leur construction, d'aléas rencontrés au cours des essais de mise en service et des difficultés résultant des mesures spécifiques mises en œuvre pour limiter la propagation de la pandémie de Covid-19, l'ASN a décidé en 2019, puis en 2020, de modifier les échéances de mise en service de ces DUS. L'ASN a assorti ce rééchelonnement, qui s'étend jusqu'au 28 février 2021, de prescriptions relatives au renforcement de la robustesse des sources électriques existantes. Fin 2020, 54 des 56 DUS avaient été mis en service par EDF ;
- la mise en place d'une source d'eau ultime. Au 31 décembre 2020, EDF a mis en place les sources d'eau ultime des [réacteurs 1 et 2 du site de Flamanville](#), du [réacteur 2 du site du Bugey](#) et du [réacteur 1 du site de Tricastin](#). EDF a par ailleurs engagé la mise en place de celles des autres sites et prévoit un achèvement des travaux entre 2021 et 2023 selon les sites ;
- la construction sur chaque site d'un centre de crise local capable de résister à des agressions externes extrêmes (fonctionnellement autonome en situation de crise). EDF a achevé en 2019 la construction du centre de crise local du site de Flamanville et l'a mis en service en 2020. Pour les autres sites, EDF prévoit un achèvement des travaux entre 2022 et 2026 selon les sites.

Par ailleurs, ces dispositions seront complétées lors des réexamens périodiques par la mise en œuvre du «noyau dur». Ces moyens ont été partiellement déployés sur le réacteur 1 de la centrale nucléaire du [Tricastin](#) et sur le réacteur 2 de la centrale nucléaire du [Bugey](#) lors de leur quatrième visite décennale.

Les mesures les plus importantes sont :

- l'ajout d'une nouvelle pompe d'appoint au circuit primaire ;
- l'achèvement des raccordements par des circuits fixes de l'alimentation en eau de secours des générateurs de vapeur

et de l'appoint ultime en eau à la piscine d'entreposage du combustible ;

- la mise en place d'un système de contrôle-commande ultime et de l'instrumentation définitive du «noyau dur» ;
- la mise en place d'une disposition ultime de refroidissement de l'enceinte de confinement, afin d'éviter l'ouverture de l'évent filtré de cette enceinte en cas d'accident grave ;
- la mise en place de dispositions visant à stabiliser le corium sur le radier, en cas d'accident avec fusion du cœur et percée de la cuve.

Dans la perspective de la mise en place du «noyau dur», l'ASN instruit les hypothèses de conception des dispositions matérielles et vérifie que les solutions proposées par EDF permettent de répondre aux objectifs de sûreté fixés.

Sur la base des dossiers transmis par EDF et des études réalisées, l'ASN a sollicité l'avis du GPR sur les points les plus importants de ces dossiers.

2.10 La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires

2.10.1 L'âge des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires actuellement en fonctionnement en France ont été construites sur une période de temps assez courte : 45 réacteurs électronucléaires représentant près de 50 000 MWe, soit les trois quarts de la puissance délivrée par l'ensemble des réacteurs électronucléaires français, ont été mis en service entre 1980 et 1990, et sept réacteurs, représentant 10 000 MWe, entre 1991 et 2000. En décembre 2019, la moyenne d'âge des 56 réacteurs en fonctionnement, calculée à partir des dates de première divergence, se répartit comme suit :

- 38 ans pour les 32 réacteurs électronucléaires de 900 MWe ;
- 33 ans pour les 20 réacteurs électronucléaires de 1 300 MWe ;
- 23 ans pour les quatre réacteurs électronucléaires de 1 450 MWe.

2.10.2 Le réexamen périodique

Le principe du réexamen périodique

Les [réexamens périodiques](#) des réacteurs électronucléaires comportent les deux volets suivants :

- la vérification de l'état de l'installation et de sa conformité : cette étape vise à évaluer la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables. Elle s'appuie sur un ensemble de contrôles et d'essais complémentaires à ceux réalisés au fil de l'eau. Ces vérifications peuvent comprendre des contrôles des études initiales de conception, ainsi que des contrôles sur le terrain de matériels ou encore des essais décennaux comme les épreuves des enceintes de confinement. Les éventuels écarts détectés lors de ces investigations font ensuite l'objet de remises en conformité dans des délais adaptés aux enjeux. La maîtrise du vieillissement est également intégrée dans ce volet du réexamen ;
- la réévaluation de sûreté : cette étape vise à améliorer le niveau de sûreté en tenant compte notamment de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances, des exigences applicables aux installations les plus récentes, ainsi que des meilleures pratiques internationales. À l'issue des études de réévaluation ainsi réalisées, EDF identifie les modifications de ses installations qu'elle compte mettre en œuvre pour en renforcer la sûreté.

Le processus de réexamen des réacteurs électronucléaires d'EDF

Afin de tirer bénéfice de la standardisation des réacteurs électronucléaires exploités par EDF, ces [deux volets du réexamen](#) font d'abord l'objet d'un programme d'études génériques pour un type de réacteur donné (réacteur de 900 MWe, de 1 300 MWe ou

de 1450 MWe). Les résultats de ce programme sont ensuite déclinés sur chacun des réacteurs électronucléaires à l'occasion de leur réexamen périodique. En particulier, EDF réalise une partie importante des contrôles et des modifications liés aux réexamens périodiques lors des visites décennales de ses réacteurs. Conformément aux dispositions de l'[article L. 593-19 du code de l'environnement](#), à l'issue de ce réexamen, l'exploitant adresse à l'ASN un rapport de conclusion du réexamen périodique. Dans ce rapport, l'exploitant prend position sur la conformité réglementaire de son installation ainsi que sur les modifications réalisées visant à remédier aux écarts constatés ou à améliorer la sûreté de l'installation et propose, le cas échéant, de mettre en œuvre des améliorations complémentaires. Le rapport de réexamen est composé des éléments prévus par le [code de l'environnement](#).

L'analyse de l'ASN

L'orientation des programmes génériques de vérification de l'état de l'installation et de la réévaluation de la sûreté proposée par EDF fait l'objet d'une prise de position de l'ASN après consultation du [GPR](#) et éventuellement du [GPESPN](#). Sur cette base, EDF réalise des études de réévaluation de sûreté et définit les modifications à mettre en œuvre.

Après consultation des groupes permanents d'experts à la fin de la phase générique du réexamen périodique, l'ASN se prononce sur les résultats des études de réévaluation et sur les modifications permettant les améliorations de sûreté envisagées par EDF.

L'ASN communique ensuite au ministre chargé de la sûreté nucléaire son analyse du rapport de conclusion du réexamen de chaque réacteur électronucléaire, mentionné à l'[article L. 593-19 du code de l'environnement](#), et peut édicter de nouvelles prescriptions pour encadrer la poursuite de son fonctionnement.

La [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte a complété le cadre applicable aux réexamens périodiques des réacteurs électronucléaires. Elle a notamment soumis à autorisation de l'ASN, après enquête publique, les dispositions proposées par l'exploitant lors des réexamens périodiques au-delà de la 35^e année de fonctionnement d'un réacteur électronucléaire. Cinq ans après la remise du rapport de réexamen, l'exploitant remet également un rapport intermédiaire sur l'état des équipements au vu duquel l'ASN complète éventuellement ses prescriptions.

Les principaux enjeux de la maîtrise du vieillissement

Comme toutes les installations industrielles, les centrales nucléaires sont sujettes au [vieillessement](#). L'ASN s'assure qu'EDF prend en compte, en cohérence avec sa stratégie générale d'exploitation et de maintenance, les phénomènes liés au vieillissement afin de maintenir un niveau de sûreté satisfaisant des installations pendant toute leur durée de fonctionnement.

Pour appréhender le vieillissement d'une centrale nucléaire, au-delà du simple délai écoulé depuis sa mise en service, un certain nombre de facteurs doivent être pris en compte, notamment l'existence de phénomènes physiques qui peuvent dégrader les caractéristiques des équipements en fonction de leur usage ou de leurs conditions d'utilisation.

Les dégradations des matériels remplaçables

Le vieillissement des équipements résulte de phénomènes tels que le durcissement de certains aciers sous l'effet de l'irradiation ou de la température, le gonflement de certains bétons, le durcissement des polymères, la corrosion des métaux, etc. Ces dégradations sont généralement prises en compte dès la conception et la fabrication des installations, puis dans un programme de surveillance et de maintenance préventive, voire de réparation ou de remplacement si nécessaire.

La durée de vie des équipements irremplaçables

Les équipements irremplaçables, tels que la cuve (voir point 2.2) et l'enceinte de confinement (voir point 2.3), font l'objet d'une étroite surveillance afin de vérifier que leur vieillissement est conforme à celui anticipé et que leurs caractéristiques mécaniques restent dans des limites en permettant un comportement satisfaisant.

L'obsolescence des équipements ou de leurs composants

Certains équipements, avant d'être installés dans les centrales nucléaires, ont fait l'objet d'un processus de qualification visant à s'assurer de leur capacité à remplir leurs fonctions dans les conditions de sollicitation et d'ambiance correspondant aux situations d'accident pour lesquelles ils sont nécessaires. La disponibilité des pièces de rechange pour ces équipements est fortement conditionnée par l'évolution du tissu industriel des fournisseurs, l'arrêt de la fabrication de certains composants ou la disparition de leur constructeur pouvant conduire à des difficultés d'approvisionnement. En préalable à leur montage, EDF doit vérifier que les nouvelles pièces de rechange, différentes des pièces d'origine, ne remettent pas en cause la qualification des équipements sur lesquels elles seront installées. Compte tenu de la durée de cette procédure, une forte anticipation est nécessaire de la part d'EDF.

Le processus de maîtrise du vieillissement des réacteurs électronucléaires

La démarche mise en place par EDF pour s'assurer de la maîtrise du vieillissement de ses installations s'appuie sur trois points :

- anticiper le vieillissement dès la conception : à la conception et lors de la fabrication des composants, le choix des matériaux et les dispositions d'installation doivent être adaptés aux conditions d'exploitation prévues et tenir compte des cinétiques de dégradation connues ou supposées ;
- surveiller l'état réel de l'installation : au cours de l'exploitation, d'autres phénomènes de dégradation que ceux prévus à la conception peuvent être découverts. Les programmes d'essais périodiques et de maintenance préventive, les programmes d'investigations complémentaires ou encore l'examen du retour d'expérience (voir points 2.4.3, 2.4.4, 2.4.7, 2.4.8 et 2.6.1) doivent permettre de détecter ces phénomènes de manière suffisamment anticipée ;
- réparer, rénover ou remplacer les équipements : compte tenu des contraintes d'exploitation que de telles opérations de maintenance courante ou exceptionnelle sont susceptibles de créer, surtout lorsqu'elles ne sont réalisables qu'en période d'arrêt des réacteurs électronucléaires, EDF doit chercher à les anticiper pour tenir compte des délais d'approvisionnement des nouveaux composants, du temps de préparation et de réalisation de l'intervention, des risques d'obsolescence de composants et de perte de compétences techniques des intervenants.

À la demande de l'ASN, EDF a établi une méthodologie de maîtrise du vieillissement pour ses réacteurs électronucléaires au-delà de 30 ans de fonctionnement dont l'objectif est de démontrer leur aptitude à poursuivre leur fonctionnement jusqu'à leur quatrième réexamen périodique dans des conditions de sûreté satisfaisantes, d'une part, au regard de la connaissance et de la maîtrise des mécanismes et des cinétiques des modes d'endommagement associés au vieillissement et d'autre part, au vu de l'état des installations constaté lors de leur troisième réexamen périodique.

Cette méthodologie comporte une première phase générique qui vise à se prononcer sur la prise en compte du vieillissement pour un ensemble de réacteurs similaires. Dans un second temps, à l'occasion du troisième réexamen périodique de chaque réacteur électronucléaire, un dossier de synthèse spécifique au réacteur est élaboré afin de démontrer la maîtrise du vieillissement des équipements et l'aptitude à la poursuite du fonctionnement du réacteur pendant la période décennale suivant sa troisième visite décennale.

Chronologie de première divergence des réacteurs électronucléaires français

Date de 1 ^{re} divergence									Puissance totale
1977	Fessenheim 1	Fessenheim 2							1800 MWe
1978	Bugey 2	Bugey 3							1800 MWe
1979	Bugey 4	Bugey 5							1800 MWe
1980	Tricastin 1	Gravelines 1	Tricastin 2	Tricastin 3	Gravelines 2	Dampierre 1	Gravelines 3	Saint-Laurent B1	7200 MWe
1981	Dampierre 2	Saint-Laurent B2	Blayais 1	Dampierre 3	Tricastin 4	Gravelines 4	Dampierre 4		6300 MWe
1982	Blayais 2	Chinon B1							1800 MWe
1983	Cruas 1	Blayais 4	Blayais 3	Chinon B2					3600 MWe
1984	Cruas 3	Paluel 1	Cruas 2	Paluel 2	Gravelines 5	Cruas 4			6200 MWe
1985	Saint-Alban 1	Paluel 3	Gravelines 6	Flamanville 1					4800 MWe
1986	Paluel 4	Saint-Alban 2	Flamanville 2	Chinon B3	Cattenom 1				6100 MWe
1987	Cattenom 2	Nogent 1	Belleville 1	Chinon B4					4800 MWe
1988	Belleville 2	Nogent 2							2600 MWe
1990	Cattenom 3	Penly 1	Golfech 1						3900 MWe
1991	Cattenom 4								1300 MWe
1992	Penly 2								1300 MWe
1993	Golfech 2								1300 MWe
1996	Chooz B1								1450 MWe
1997	Chooz B2	Civaux 1							2900 MWe
1999	Civaux 2								1450 MWe

● 900 MWe ● 1300 MWe ● 1450 MWe

Source: ASN.

Pour la poursuite du fonctionnement des réacteurs électronucléaires au-delà de leur quatrième visite décennale, EDF reconduit une telle démarche qui est appliquée non seulement à l'ensemble des systèmes, structures et composants importants pour la maîtrise des risques radiologiques, mais également des risques conventionnels.

2.10.3 Les réexamens périodiques en cours des centrales nucléaires

Les réacteurs de 900 MWe

Le troisième réexamen périodique

En juillet 2009, l'ASN a pris position sur les aspects génériques de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà de leur troisième réexamen périodique. L'ASN n'a pas identifié d'élément générique remettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté des réacteurs de 900 MWe jusqu'au prochain réexamen périodique. Elle considère que le nouveau référentiel de sûreté présenté dans le rapport de sûreté générique des réacteurs de 900 MWe et les modifications de l'installation envisagées par EDF sont de nature à maintenir et à améliorer le niveau de sûreté global de ses réacteurs électronucléaires.

Cette appréciation générique ne tenant pas compte d'éventuelles spécificités individuelles, l'ASN se prononce sur l'aptitude à la poursuite du fonctionnement de chaque réacteur électronucléaire, en s'appuyant notamment sur les résultats des contrôles de conformité et sur l'évaluation du rapport de conclusion du réexamen périodique du réacteur remis par EDF.

Début 2021, 33 des 34 réacteurs de 900 MWe avaient effectué leur troisième réexamen périodique et ont intégré les améliorations issues du réexamen périodique.

L'ASN a, par ailleurs, transmis en 2020 au ministre chargé de la sûreté nucléaire son analyse du [rapport de conclusion du réexamen du réacteur 4 de la centrale nucléaire du Tricastin](#). Sur la base de cette analyse, l'ASN n'a pas identifié d'élément mettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté de ce réacteur de 900 MWe jusqu'au prochain réexamen périodique. En application de l'[article L. 593-19 du code de l'environnement](#), l'ASN a édicté à cette occasion des prescriptions complémentaires visant à renforcer la sûreté de ce réacteur.

Le quatrième réexamen périodique

Un réexamen aux enjeux importants

Mis en service entre 1977 et 1987, les 34 réacteurs d'EDF d'une puissance de 900 MWe atteignent, pour les premiers d'entre eux, l'échéance de leur [quatrième réexamen périodique](#). C'est dans ce cadre que seront définies les conditions de poursuite de fonctionnement de ces réacteurs, hormis pour les deux réacteurs de la centrale nucléaire de [Fessenheim](#) dont l'arrêt définitif est intervenu en 2020. Ces deux réacteurs font l'objet d'un réexamen périodique spécifique.

Pour les 32 autres réacteurs, ce quatrième réexamen périodique présente des enjeux particuliers :

- certains matériels atteignent la durée de vie prise en compte pour leur conception. Les études portant sur la conformité des installations et la maîtrise du vieillissement des matériels doivent donc être réexaminées en prenant en compte les

mécanismes de dégradation réellement constatés et les stratégies de maintenance et de remplacement mises en œuvre par EDF ;

- les modifications associées à ce réexamen périodique permettront de terminer l'intégration sur ces réacteurs des modifications prescrites par l'ASN à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima ;
- la réévaluation de la sûreté de ces réacteurs, et les améliorations qui en découlent, doivent être réalisées par rapport aux réacteurs de nouvelle génération, comme l'EPR, dont la conception répond à des exigences de sûreté significativement renforcées.

Position de l'ASN sur la phase générique du réexamen

EDF a proposé en 2013 à l'ASN des objectifs pour ce réexamen périodique, c'est-à-dire le niveau de sûreté à atteindre pour poursuivre l'exploitation des réacteurs.

Après instruction, avec l'appui de l'IRSN, des objectifs proposés par EDF et consultation de ses groupes permanents d'experts, l'ASN a pris position sur ces objectifs et a formulé des demandes complémentaires en avril 2016. EDF a complété son programme de travail et présenté en 2018 à l'ASN les mesures qu'elle envisage pour répondre à ces demandes.

L'ASN a finalisé en 2020, avec l'appui de l'IRSN, l'instruction des études génériques liées à ce réexamen. En particulier, l'ASN a recueilli en 2018 et 2019 l'avis de ses groupes permanents d'experts sur :

- la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence ;
- la résistance mécanique des cuves (voir point 2.2.4) ;
- les ESPN ;
- les études d'accidents de la démonstration de sûreté ;
- la capacité des installations à résister aux agressions internes et externes ;
- les études probabilistes de sûreté ;
- la gestion des accidents avec fusion du cœur.

Elle a sollicité à nouveau leur avis en 2020 sur la résistance mécanique de la zone de cœur des cuves et le bilan de la phase générique de ce réexamen périodique.

L'ASN a pris position, au début de l'année 2021, sur les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs (voir Faits marquants).

2020 : l'année de la remise du rapport de conclusion du réexamen du premier réacteur

Le réacteur 1 de la centrale nucléaire du [Tricastin](#) et le réacteur 2 de la Bugey ont effectué leur quatrième visite décennale respectivement en 2019 et 2020. Cette visite constitue une étape majeure de leur quatrième réexamen périodique. Pendant ces arrêts, EDF a réalisé une partie importante des contrôles attendus et a déployé la majeure partie des améliorations de sûreté associées au réexamen. L'ASN prendra position sur la poursuite de fonctionnement du réacteur 1 de la centrale nucléaire du [Tricastin](#) en 2022, après sa prise de position sur les études génériques et l'instruction du rapport de conclusion du réexamen de ce réacteur qu'EDF a remis en février 2020.

L'association du public à chaque étape

Pour ce réexamen, l'ASN a associé le public dès 2016 pour l'élaboration de sa position sur les objectifs proposés par EDF. Cette démarche s'est poursuivie en 2018, sous l'égide du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)), sous la forme d'une concertation sur les dispositions prévues par EDF pour répondre à ces objectifs. L'ASN a consulté également le public fin 2020 sur son projet de décision prescrivant les conditions de la poursuite de fonctionnement de ces réacteurs. Conformément à la loi, une enquête publique

sera ensuite effectuée, réacteur par réacteur, après la remise du rapport de conclusion du réexamen de chacun d'eux.

Les réacteurs de 1300 MWe

Le troisième réexamen périodique

L'[ASN a pris position](#) début 2015 sur les aspects génériques de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 1300 MWe au-delà de 30 années de fonctionnement. L'ASN considère que les actions engagées ou prévues par EDF pour évaluer l'état de ses réacteurs de 1300 MWe et maîtriser leur vieillissement jusqu'au quatrième réexamen périodique sont acceptables. L'ASN estime également que les modifications identifiées par EDF à l'issue de cette phase d'études contribueront à améliorer significativement la sûreté de ces installations. Ces améliorations portent notamment sur le renforcement de la protection des installations contre les agressions, sur la réduction des rejets de substances radioactives en cas d'accident avec ou sans fusion du cœur et sur la prévention du risque de dénoyage des assemblages de combustible entreposés dans la piscine de désactivation ou en cours de manutention.

Dans le cadre de la conclusion de la phase générique de ce réexamen, l'ASN prévoit de formuler en 2021 des demandes complémentaires applicables à tous les réacteurs de 1300 MWe, visant à renforcer leur sûreté.

Les réacteurs des centrales nucléaires de [Flamanville](#), [Saint-Alban](#), [Paluel](#), [Belleville-sur-Loire](#), [Nogent-sur-Seine](#), ainsi que les réacteurs 1 et 2 de la centrale nucléaire de [Cattenom](#) ont réalisé leur troisième visite décennale entre 2015 et 2020. Les troisièmes visites décennales des autres réacteurs de 1300 MWe se dérouleront jusqu'en 2024.

Le quatrième réexamen périodique

En juillet 2017, EDF a présenté un dossier présentant les orientations envisagées pour la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe. En 2019, l'[ASN a pris position](#) sur ces orientations, après consultation du [GPR](#) le 22 mai 2019. L'ASN considère que les objectifs généraux retenus par EDF pour ce réexamen sont acceptables dans leur principe. Toutefois, dans la continuité de ses demandes formulées dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, l'ASN demande à EDF de modifier ou de compléter ces objectifs généraux pour ce réexamen, de considérer certains référentiels pour réévaluer la sûreté de ses installations et d'ajouter des thèmes d'études à son programme de réexamen.

En 2020, l'ASN a lancé les premières expertises réalisées dans le cadre de la phase générique de ce réexamen périodique. Elles ont notamment porté sur les méthodes qui seront employées lors de ce réexamen pour les études de certains accidents.

EDF réalisera la première visite décennale associée à ce réexamen en 2026.

Les réacteurs de 1450 MWe

Le deuxième réexamen périodique

EDF a transmis en 2011 ses propositions d'orientations pour le programme générique d'études du deuxième réexamen périodique des réacteurs de 1450 MWe. Après consultation du [GPR](#) en 2012, EDF a complété son programme générique d'études par plusieurs actions et a affiné certaines de ses propositions. L'ASN a pris position en février 2015 sur les orientations de ce deuxième réexamen périodique et a considéré que les objectifs de sûreté à retenir pour le deuxième réexamen des réacteurs de 1450 MWe devront être définis au regard des objectifs applicables aux nouveaux réacteurs électronucléaires et a demandé à EDF d'étudier dans les meilleurs délais les dispositions susceptibles de répondre à cette exigence, dans l'objectif de les mettre en œuvre dès les deuxièmes réexamens périodiques des réacteurs de 1450 MWe.

L'instruction de la phase générique de ce réexamen périodique devrait se conclure en 2021 et l'ASN prévoit de prendre position sur cette phase générique à la fin de l'année 2021.

Les réacteurs B1 et B2 de la centrale nucléaire de [Chooz](#) ont réalisé leur deuxième visite décennale en 2019 et 2020. Les visites décennales des deux réacteurs de Civaux se termineront en 2022.

La maîtrise du vieillissement

Dans la perspective de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà de leur quatrième réexamen périodique, EDF a prévu de reconduire la démarche de maîtrise du vieillissement appliquée depuis le troisième réexamen périodique de ses réacteurs, tout en renforçant ses projets de rénovation et de remplacement de matériels. La maîtrise du vieillissement, en particulier des équipements non remplaçables, tels que la cuve du réacteur (voir point 2.2) et son enceinte de confinement (voir point 2.3), ainsi que la gestion de l'obsolescence sont essentielles au maintien d'un niveau de sûreté satisfaisant.

Après avoir considéré en 2013 puis en 2016 que les dispositions mises en place ou prévues par EDF, permettant notamment d'identifier les différents modes de dégradation des matériels, de mettre en place les parades associées et d'intégrer le retour d'expérience, étaient globalement satisfaisantes, l'ASN, avec l'appui de l'IRSN, a instruit à nouveau la démarche de maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence et a recueilli en mars 2018 les avis du [GPR](#) et du [GPESPN](#).

L'ASN note qu'EDF a pris en compte ses demandes formulées en 2013 et 2016. Elle considère que les dispositions mises en œuvre ou prévues pour assurer la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence des structures, systèmes et composants des réacteurs de 900 MWe et contribuer ainsi au maintien de leur conformité au-delà de leur quatrième réexamen périodique, complétées par les engagements pris à l'issue de l'instruction, sont satisfaisantes.

Les programmes de qualification des matériels aux conditions accidentelles sont pertinents et permettent d'étendre cette qualification au-delà de la quatrième visite décennale. Des actions sont encore en cours pour couvrir l'ensemble des matériels concernés.

Les opérations de maintenance exceptionnelle envisagées (remplacements, réparations ou rénovations programmés pendant ou après les quatrième visites décennales) sont cohérentes avec les analyses de vieillissement.

Les améliorations identifiées pour le traitement de l'obsolescence sont de nature à garantir un traitement satisfaisant et pérenne de l'obsolescence.

Le programme d'investigations complémentaires défini par EDF et les modalités prévues de traitement des résultats sont jugés globalement satisfaisants. Néanmoins, l'ASN a relevé des faiblesses concernant le traitement du retour d'expérience, l'anticipation des décisions à prendre, le délai de traitement de certaines analyses génériques du vieillissement et l'appropriation par les différentes centrales nucléaires de la démonstration de l'aptitude à la poursuite du fonctionnement.

Enfin, l'ASN considère que, sans retarder leur démantèlement, l'arrêt définitif des réacteurs de la centrale nucléaire de Fessenheim doit être mis à profit pour vérifier l'absence de phénomènes de dégradation ou de vieillissement non prévus, en particulier sur des parties difficilement accessibles des installations.

Par ailleurs, la première revue thématique *Topical Peer Review*, prévue par la [directive 2014/87/Euratom](#) du Conseil du 8 juillet 2014 modifiant la [directive 2009/71/Euratom](#) établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires sur le sujet de la maîtrise du vieillissement, a confirmé

que la démarche de maîtrise du vieillissement mise en place pour les réacteurs nucléaires d'EDF est appropriée. Le plan d'action national élaboré pour répondre aux conclusions de cette revue a été mis en œuvre en 2020, notamment en ce qui concerne la prise en compte des spécificités des sites dans leur programme local de maîtrise du vieillissement et les inspections des tuyauteries enterrées. L'ASN attend de la part d'EDF début 2021 des éléments sur le programme de maîtrise du vieillissement pendant les phases de construction longues des nouvelles installations et des périodes d'arrêt prolongé de réacteur.

2.11 L'EPR de Flamanville

L'EPR est un REP qui s'appuie sur une conception en évolution par rapport à celle des réacteurs actuellement en fonctionnement en France. Il répond aux objectifs de sûreté renforcés suivants : réduction du nombre d'événements significatifs, limitation des rejets, réduction du volume et de l'activité des déchets, réduction des doses individuelles et collectives reçues par les travailleurs (en fonctionnement normal et en situation d'incident), réduction de la fréquence globale de fusion du cœur en tenant compte de tous les types de défaillances et d'agressions et réduction des conséquences radiologiques des accidents.

Après une période d'une dizaine d'années sans construction de réacteur nucléaire en France, EDF a déposé en mai 2006, auprès des ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, une demande d'autorisation de création d'un réacteur de type EPR, d'une puissance de 1650 MWe, sur le site de Flamanville, déjà équipé de deux réacteurs de 1300 MWe.

Le Gouvernement en a autorisé la création par le [décret n° 2007-534 du 10 avril 2007](#), après un avis favorable rendu par l'ASN à l'issue de l'instruction. Ce décret a été modifié en 2017 et en 2020 pour prolonger le délai alloué à la mise en service du réacteur.

Après la délivrance de ce décret d'autorisation de création et du permis de construire, la construction du réacteur EPR de Flamanville a débuté au mois de septembre 2007. Les premiers coulages du béton pour les bâtiments de l'îlot nucléaire ont eu lieu en décembre 2007.

EDF prévoit le chargement du combustible et le démarrage du réacteur en 2022. Ce délai prend en compte le temps nécessaire d'une part aux réparations de certaines soudures des circuits secondaires principaux, d'autre part à la fin des opérations de montage et d'essai.

2.11.1 L'instruction des demandes d'autorisation

L'instruction de la demande d'autorisation de mise en service

EDF a adressé en mars 2015 à l'ASN sa demande d'autorisation de mise en service de l'installation, comprenant le rapport de sûreté, les règles générales d'exploitation, une étude sur la gestion des déchets de l'installation, le PUI, le plan de démantèlement et une mise à jour de l'étude d'impact de l'installation. À l'issue d'un examen préliminaire, l'ASN a considéré que l'ensemble des pièces exigées par la réglementation était formellement présent, mais a estimé que des justifications supplémentaires devaient être apportées pour que l'ASN puisse statuer sur la demande d'autorisation de mise en service. L'ASN a engagé l'instruction technique des sujets pour lesquels l'essentiel des éléments était disponible, en formulant des demandes sur certains points.

En juin 2017, l'ASN a reçu des versions mises à jour des dossiers de demande d'autorisation de mise en service. Des éléments restaient manquants pour que l'ASN soit en mesure de prendre position sur le dossier de demande d'autorisation de mise en

service. L'ASN a en particulier formulé en 2018 des demandes de compléments sur les règles générales d'exploitation.

L'ASN a également recueilli l'avis du [GPR](#) les 4 et 5 juillet 2018 sur le rapport de sûreté du réacteur EPR de Flamanville. Cette réunion a été notamment consacrée aux suites données aux précédentes séances du GPR dédiées à ce réacteur depuis 2015. Le groupe permanent considère que la démonstration de sûreté du réacteur est globalement satisfaisante et souligne que quelques compléments sont attendus concernant la prise en compte du risque d'incendie et le comportement des crayons de combustible ayant subi une crise d'ébullition. Le GPR considère également que la conception et le dimensionnement des systèmes de sauvegarde et des systèmes auxiliaires de sûreté sont globalement satisfaisants et note que des compléments devront être apportés concernant les brèches susceptibles d'affecter le système de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. En 2019, l'ASN a formulé des demandes de [compléments de démonstration de sûreté](#) nécessaires pour se prononcer sur la demande d'autorisation de mise en service. Enfin, en 2020, l'ASN a précisé les compléments supplémentaires à apporter au dossier de demande d'autorisation de mise en service pour que ce dossier intègre les conclusions des instructions techniques réalisées.

L'autorisation de mise en service partielle pour l'arrivée du combustible

EDF a adressé une demande de mise en service partielle de l'installation pour l'arrivée du combustible sur site, afin de pouvoir réceptionner et entreposer de manière sûre les assemblages de combustible qui seraient utilisés pour le fonctionnement futur. Cette mise en service partielle est l'une des étapes préalables à la mise en service du réacteur EPR de Flamanville, mais ne préjuge pas de cette dernière, objet d'une instruction distincte. Après instruction du dossier de demande et des compléments demandés en cours d'instruction, et après consultation du public, l'ASN a autorisé le 8 octobre 2020 cette mise en service partielle.

2.11.2 Le contrôle de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement

Les [enjeux du contrôle](#) de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville sont multiples pour l'ASN. Il s'agit :

- de contrôler de manière proportionnée aux enjeux la qualité d'exécution des activités de fabrication des équipements, de construction de l'installation, de radioprotection et de protection de l'environnement, afin de pouvoir prendre position sur l'aptitude de l'installation à répondre aux exigences définies ;
- de s'assurer que le programme des essais de démarrage est satisfaisant, que les essais sont correctement mis en œuvre et que les résultats sont conformes à l'attendu ;
- de veiller à ce que les différents acteurs tirent le retour d'expérience de la phase de construction et de réalisation des essais de démarrage, y compris les phases amont (choix et surveillance des prestataires, construction, approvisionnements, etc.), qui permettront à l'installation telle que construite d'être conforme à la démonstration de sûreté tout au long du projet ;
- de veiller à ce que l'exploitant prenne les mesures nécessaires à la bonne préparation des équipes qui seront chargées du fonctionnement de l'installation après sa mise en service.

Pour cela, l'ASN a fixé des prescriptions relatives à la conception, à la construction et aux essais de démarrage du réacteur EPR de Flamanville et à l'exploitation des réacteurs 1 et 2 existants à proximité du chantier. Le respect de ces prescriptions fait régulièrement l'objet de vérifications par l'ASN en inspection et dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service. S'agissant d'un réacteur électronucléaire, l'ASN est également chargée de l'inspection du travail sur le chantier de

la construction. Enfin, l'ASN assure le contrôle de la fabrication des ESPN qui feront partie des circuits primaire et secondaires de la chaudière nucléaire. Les principales actions menées par l'ASN en 2020 sont décrites ci-après.

Le contrôle des activités de construction, de montage et d'essais sur le site du réacteur EPR de Flamanville

Sur le [chantier du réacteur EPR de Flamanville](#), l'ASN a réalisé, en 2020, 13 inspections d'EDF.

Dans ses activités de contrôle du chantier, l'ASN a porté en 2020 une attention particulière aux sujets suivants :

- la préparation et la réalisation des premières opérations de réparations des [soudures des tuyauteries principales](#) d'évacuation de la vapeur. En particulier, l'ASN a mené des contrôles sur l'élaboration de la documentation associée, sur la gestion des compétences des intervenants et des chargés de surveillance de ces opérations et vérifié le respect des conditions opératoires pour le soudage ;
- la préparation et la réalisation des essais de démarrage des différents systèmes de l'installation et l'organisation d'EDF pour la gestion des essais d'ensemble ;
- la préparation à la mise en service partielle en vue de l'arrivée de combustible nucléaire dans le périmètre de l'installation et l'exploitation de l'installation après cette mise en service partielle. L'ASN a également mené un contrôle sur le transport des assemblages de combustible neufs ;
- l'application de la stratégie de conservation, de maintenance et d'essais jusqu'à la mise en service du réacteur des équipements et des structures présents sur le chantier. En raison des reports annoncés par EDF pour la mise en service du réacteur, l'ASN veille à ce qu'EDF continue à porter une attention particulière à la définition et au respect d'exigences associées à la conservation, la maintenance et les essais des équipements déjà installés et des structures construites ;
- la protection de l'environnement et plus particulièrement les suites des inspections renforcées réalisées sur le sujet en 2019 ;
- la radioprotection des travailleurs dans le cadre des contrôles radiographiques de soudures.

Le contrôle des activités d'ingénierie liées au réacteur EPR de Flamanville

En 2020, l'ASN a réalisé deux inspections des services d'ingénierie d'EDF sur la réalisation des activités importantes pour la protection, et sur leur surveillance lorsqu'elles sont réalisées par des intervenants extérieurs. Ces inspections ont été effectuées sur les lieux de réalisation de ces activités.

Ainsi, en janvier 2020, l'ASN a réalisé une inspection dans les locaux de Framatome, où est développé le logiciel du système de protection du réacteur. Lors de cette inspection, l'ASN a examiné la gestion des compétences, ainsi que les processus de gestion des modifications et de gestion des écarts.

Par ailleurs, en octobre 2020, l'ASN a mené une inspection dans les locaux d'Edvance, où elle a examiné les processus d'élaboration et de gestion de la documentation relative à la conduite incidentelle et accidentelle.

L'inspection du travail sur le chantier de construction du réacteur EPR de Flamanville

Les actions menées par les inspecteurs du travail de l'ASN en 2020 ont consisté en :

- la réalisation de contrôles des entreprises intervenant sur le chantier ;
- la réponse à des sollicitations directes de la part de salariés ;
- la réalisation d'enquêtes consécutives à la survenue d'accidents du travail ;
- l'instruction de demandes de dérogation à des dispositions relevant de la réglementation du travail.

Autorisation pour la réception et l'entreposage de combustible nucléaire sur le site du réacteur EPR de Flamanville



Arrivée de combustible nucléaire sur le site du réacteur EPR de Flamanville

Le 8 octobre 2020, l'ASN a autorisé l'arrivée de combustible nucléaire sur le site du réacteur EPR de Flamanville. Depuis, EDF a réceptionné les premiers assemblages de combustible et les a entreposés dans la piscine du bâtiment prévu à cette fin.

L'ASN a réalisé une inspection sur le site de Flamanville les 18 et 19 août 2020 afin d'évaluer la préparation de l'exploitant pour les opérations de réception, de manutention et d'entreposage du combustible neuf.

Les vérifications effectuées lors de cette inspection ont montré un état de l'installation et un niveau de préparation de l'exploitant satisfaisants pour l'arrivée de combustible sur site.

La réception et l'entreposage du combustible neuf présentent des risques de dispersion de substances radioactives en cas de chute d'un assemblage lors de sa manutention. L'ASN considère que les dispositions prises par EDF pour prévenir ce scénario accidentel et limiter ses conséquences sont satisfaisantes.

L'ASN a également autorisé l'utilisation de gaz radioactifs pour réaliser des essais d'efficacité de certains dispositifs de filtration.

Cette autorisation est l'une des étapes préalables à la mise en service du réacteur EPR de Flamanville. La mise en service de l'installation, c'est-à-dire le chargement du combustible dans la cuve du réacteur, reste soumise à l'autorisation de l'ASN.

L'application des règles de sécurité a fait l'objet d'un contrôle régulier.

Le contrôle de la conception et de la fabrication des ESPN du réacteur EPR de Flamanville

Au cours de l'année 2020, l'ASN a poursuivi l'évaluation de la conformité de la conception des ESPN des circuits primaire et secondaires principaux.

L'ASN ayant constaté des manques de justification et une incomplétude des dossiers de conception de ces équipements, notamment en ce qui concerne les analyses de risque, les choix des matériaux et l'inspectabilité des équipements en service, elle a tenu avec Framatome (ex-Areva NP), en 2013 et 2014, de nombreuses réunions techniques destinées à définir les compléments devant être apportés. Framatome a engagé depuis 2015 la révision de l'ensemble de la documentation technique de conception de ces équipements. Cette dernière doit être étayée pour tenir compte des écarts constatés.

En ce qui concerne le contrôle de la fabrication des ESPN, les actions menées par l'ASN en 2020 ont principalement porté sur la préparation et la réalisation des opérations de réparation des [soudures des tuyauteries principales](#) d'évacuation de la vapeur soumises au référentiel d'exclusion de rupture (voir encadré).

L'ASN a également poursuivi l'analyse des écarts ayant affecté la réalisation du traitement thermique de détensionnement de

soudures de raccordement de composants des générateurs de vapeur et du pressuriseur réalisés à l'[usine Saint-Marcel de Framatome](#).

Au terme des contrôles réalisés pour leur conception et leur fabrication, l'ASN délivre, si ces contrôles sont satisfaisants au regard des exigences réglementaires, des attestations de conformité des ESPN. Au cours des années précédentes, l'ASN a délivré les toutes premières attestations, dont celle de la cuve du réacteur. L'évaluation de la conformité des autres ESPN ou ensembles nucléaires de niveau N1 se poursuivra en 2021.

2.11.3 L'évaluation de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville

L'ASN considère que la conception du réacteur EPR de Flamanville devrait permettre d'atteindre les objectifs de sûreté ambitieux fixés pour les réacteurs de troisième génération. Elle devrait ainsi permettre une réduction significative de la probabilité de fusion du cœur et des rejets radioactifs en cas d'accident par rapport aux réacteurs de deuxième génération. En particulier, la conception du réacteur EPR inclut des systèmes de gestion des accidents graves et est résistante à des niveaux extrêmes d'agression externe. Cette conception n'a nécessité que des évolutions marginales pour prendre en compte les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

Soudures des tuyauteries secondaires principales du réacteur EPR de Flamanville



Mise en œuvre du procédé TIG orbital – soudure sur le circuit secondaire principal

Les soudures des tuyauteries secondaires principales du réacteur EPR de Flamanville nécessitent d'importantes réparations. La majorité de ces soudures sont situées sur les tuyauteries de vapeur principales, qui font l'objet d'une démarche dite « d'exclusion de rupture », qui suppose des propriétés mécaniques et un niveau de qualité de fabrication particulièrement élevés.

Huit de ces soudures sont situées au niveau de l'espace entre les deux parois de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur. Les conditions d'accès difficiles ont nécessité le développement de moyens particuliers d'intervention et la qualification de procédés spécifiques de soudage, de contrôle et de traitement thermique. L'ASN a engagé en 2020 l'examen des qualifications de ces différents procédés et prendra position sur l'engagement des opérations de soudage début 2021.

La majorité des autres soudures des tuyauteries de vapeur principales à réparer, au nombre d'environ 50, est située dans un environnement ne présentant pas de difficulté d'accès. L'ASN a engagé en 2020 l'examen de la qualification des procédés de réparation. EDF a pu engager la réparation de sept soudures à partir de l'été 2020. L'ASN est attentive à ce que le nombre de réparations réalisées en parallèle soit compatible avec l'organisation de la surveillance du chantier. Ces travaux se poursuivront jusqu'en 2022.

En parallèle, EDF a évalué la qualité des autres soudures, en particulier des tuyauteries d'eau alimentaire des générateurs de vapeur. Ce travail a conduit EDF à décider de réparer une dizaine de soudures supplémentaires. L'ASN prendra position sur le périmètre des soudures à réparer lorsque l'ensemble des justifications aura été apporté par EDF.

Toutefois, plusieurs sujets techniques importants sont encore en cours d'instruction. C'est en particulier le cas de la conception des soupapes de sécurité du circuit primaire, des règles générales d'exploitation qui seront applicables à partir de la mise en service et de la prise en compte des enseignements de la mise en service des premiers réacteurs EPR à l'étranger.

Par ailleurs, le contrôle de la construction a régulièrement mis en évidence des défauts de qualité de réalisation, qui ont nécessité des actions correctives et ont conduit EDF à réaliser des vérifications complémentaires qui font l'objet d'échanges avec l'ASN. L'ASN considère qu'EDF doit compléter le programme des contrôles complémentaires prévus dans le cadre de la revue de qualité des matériels autres que les équipements sous pression.

EDF a réalisé la plupart des essais nécessaires avant le démarrage de l'installation. L'analyse approfondie des résultats permettra de vérifier que l'installation telle que réalisée respecte la démonstration de sûreté.

2.12 Les études sur les réacteurs du futur

Le réacteur EPR 2

En avril 2016, EDF a sollicité l'avis de l'ASN sur les options de sûreté d'un projet de réacteur à eau sous pression dénommé « EPR nouveau modèle » (EPR NM), développé par EDF et Framatome.

Ce projet vise à répondre aux objectifs généraux de sûreté des réacteurs de troisième génération. Il a pour ambition d'intégrer le retour d'expérience de conception, de construction et de mise en service des réacteurs de type EPR de Flamanville 3, Olkiluoto 3, Taishan 1 et 2 et Hinkley Point C, ainsi que le retour d'expérience d'exploitation des réacteurs existants. Par ailleurs, ce réacteur a vocation à intégrer, dès sa conception, l'ensemble des leçons de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima. Cela se traduit, en particulier, par un renforcement de la conception vis-à-vis des agressions naturelles externes et une consolidation de l'autonomie de l'installation et du site en situation accidentelle (avec ou sans fusion du cœur) avant l'intervention de moyens extérieurs au site.

L'ASN a mené l'instruction du dossier d'options de sûreté de l'EPR NM avec l'appui de l'IRSN, en tenant compte des recommandations du [Guide n° 22](#) relatif à la conception de REP. À la demande de l'ASN, le GPR s'est réuni en janvier 2018 pour examiner ce dossier.

En 2018, EDF a communiqué à l'ASN sa décision de faire évoluer la configuration technique de l'EPR NM vers une nouvelle version, appelée « EPR 2 ».

[L'ASN a ainsi publié le 16 juillet 2019 son avis](#) sur les options de sûreté proposées pour le réacteur EPR NM et son évolution de configuration EPR 2. L'ASN considère que les objectifs généraux de sûreté, le référentiel de sûreté et les principales options de conception sont globalement satisfaisants. L'avis de l'ASN identifie les sujets à approfondir en vue d'une éventuelle demande d'autorisation de création d'un réacteur. Des justifications complémentaires sont en particulier attendues sur la démarche d'exclusion de rupture des tuyauteries primaires et secondaires principales, la démarche de prise en compte des agressions, notamment l'incendie et l'explosion, et les choix de conception de certains systèmes de sûreté. En 2020, des compléments d'information ont été apportés sur ces sujets par EDF. Leur instruction est en cours.

Petits réacteurs modulaires

Plusieurs projets de « petits réacteurs modulaires » (*Small Modular Reactors – SMR*) sont en cours de développement dans le monde. Il s'agit de réacteurs d'une puissance inférieure à 300 MWe,

fabriqués en usine et livrés sur leur site d'implantation. Un projet de SMR français réunissant EDF, Technicatome, le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) et Naval Group est actuellement au stade des études préliminaires. L'ASN considère que ces projets constituent des opportunités de développer des réacteurs présentant des améliorations significatives en matière de sûreté nucléaire.

3. Perspectives

En 2021, les actions de l'ASN dans le domaine du contrôle des centrales nucléaires porteront plus particulièrement sur les thèmes suivants.

Les réexamens périodiques

Après avoir pris position sur les conditions génériques de la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà de leur quatrième réexamen périodique, l'ASN instruira les rapports de conclusion de réexamen des premiers réacteurs concernés.

L'ASN poursuivra par ailleurs l'instruction de la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.

La conformité des installations à leurs référentiels de conception, construction et d'exploitation

L'ASN continuera à être particulièrement attentive à la conformité des installations en 2021, et poursuivra à cet égard ses inspections sur l'état des matériels et des systèmes. Elle s'assurera que le nouveau référentiel de traitement des écarts d'EDF permettra de bien répondre aux obligations réglementaires liées à la détection et au traitement des écarts et à l'information de l'ASN.

En particulier, l'ASN sera également particulièrement vigilante à la bonne réalisation par EDF du programme de contrôle de la conformité des installations lors des quatrième visites décennales de plusieurs réacteurs de 900 MWe.

Les réacteurs de génération IV

Le CEA mène depuis 2000, en partenariat avec EDF et Framatome, des réflexions sur les réacteurs de quatrième génération, notamment au sein du Forum international « Génération IV » (*Generation IV International Forum – GIF*). Compte tenu de l'abandon du projet Astrid du CEA, le déploiement industriel des réacteurs de quatrième génération est envisagé au plus tôt à la fin de ce siècle.

Le contrôle du réacteur EPR de Flamanville

L'ASN poursuivra le contrôle de la préparation des différents documents supports à l'exploitation, des actions de conservation des équipements et des conditions de préparation et de réalisation des réparations des soudures des circuits secondaires. Les contrôles des inspecteurs de la sûreté nucléaire resteront à un niveau soutenus.

L'ASN poursuivra l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service, instruira le bilan des essais de démarrage et poursuivra l'évaluation de la conformité des ESPN les plus importants pour la sûreté.

Le contrôle des équipements sous pression nucléaires

Ces dernières années, le contrôle des ESPN a été marqué par plusieurs événements majeurs : la mise en évidence des problématiques liées à la ségrégation du carbone dans certains composants forgés, d'irrégularités pouvant s'apparenter à des falsifications, notamment au sein de l'usine Creusot Forge de Framatome et du site des Ancizes d'Aubert et Duval, et de problèmes de maîtrise de la qualité des soudures du réacteur EPR de Flamanville et de traitement thermique des soudures de GV.

L'ASN conduira en 2021 les actions de contrôle associées à ces événements et poursuivra, par ailleurs, le travail visant à prévenir le renouvellement de telles problématiques.

CHAPITRE 11

LES INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE »



1 Le « cycle du combustible » P.326

- 1.1 Amont du « cycle du combustible »
- 1.2 Fabrication du combustible
- 1.3 Aval du « cycle du combustible » – retraitement
- 1.4 La cohérence du « cycle du combustible » du point de vue de la sûreté et de la radioprotection
- 1.5 Perspectives : les installations en projet

2 Les actions de l'ASN dans le champ des installations du « cycle du combustible » : une approche graduée P.332

- 2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations
- 2.2 Le retour d'expérience de Fukushima
- 2.3 Les réexamens périodiques des installations du « cycle du combustible »
- 2.4 Les actions particulières de contrôle menées en concertation avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense

Les installations du « cycle du combustible nucléaire »

Le « [cycle du combustible nucléaire](#) » débute avec l'extraction du minerai d'uranium et s'achève avec le conditionnement, en vue de leur stockage, des [déchets radioactifs](#) provenant des combustibles usés. En France, les dernières mines d'uranium étant fermées depuis 2000, le « cycle du combustible » concerne la fabrication du combustible, puis son traitement à l'issue de son utilisation dans les réacteurs nucléaires.

Les exploitants des usines du cycle font partie des groupes Orano ou EDF (Framatome) : Orano exploite Melox à Marcoule, les usines de La Hague, l'ensemble des usines du Tricastin ainsi que les installations de Malvési. Framatome exploite les installations du site de Romans-sur-Isère.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) contrôle la sûreté de ces installations industrielles, qui manipulent des substances radioactives comme de l'uranium ou du plutonium et présentent des enjeux de sûreté spécifiques, notamment des risques radiologiques associés à des risques toxiques.

L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté. Dans ce cadre, l'ASN demande périodiquement qu'EDF transmette un dossier dit « [Impact cycle](#) », rédigé conjointement avec les acteurs du cycle, présentant les conséquences sur chaque étape du « cycle du combustible » de la stratégie d'EDF quant à l'utilisation, dans ses réacteurs, des différents types de combustible.

1. Le « cycle du combustible »

Le minerai d'uranium est extrait, puis purifié et concentré sous forme de « [yellow cake](#) » sur les sites miniers. Le concentré solide est ensuite transformé en hexafluorure d'uranium (UF_6) à la suite d'opérations de conversion. Ces opérations sont réalisées dans les usines Orano de Malvési et du Tricastin. Ces usines, réglementées au titre de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ([ICPE](#)), mettent en œuvre de l'uranium naturel dont la teneur en uranium-235 est de l'ordre de 0,7%.

La plupart des réacteurs électronucléaires dans le monde utilisent de l'uranium légèrement enrichi en uranium-235. La filière des réacteurs à eau sous pression ([REP](#)) nécessite, par exemple, de l'uranium enrichi en isotope-235. En France, l'enrichissement de l' UF_6 entre 3% et 6% est réalisé par ultracentrifugation dans l'[usine Georges Besse II](#) du Tricastin.

Puis, cet UF_6 enrichi est transformé en oxyde d'uranium sous forme de poudre dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère. Les pastilles de combustible fabriquées avec cet oxyde sont introduites dans des gaines pour constituer des « crayons », lesquels sont réunis pour former les assemblages de combustible. Ces assemblages sont alors introduits dans le cœur des réacteurs où ils délivrent de l'énergie, notamment par fission des noyaux d'uranium-235. Avant leur utilisation dans les réacteurs, les combustibles nucléaires neufs peuvent être entreposés dans un des deux magasins interrégionaux (MIR) exploités par EDF au [Bugey](#) et à [Chinon](#).

Après une période d'utilisation de l'ordre de 3 à 4 ans, les assemblages de combustible usés sont extraits du réacteur pour refroidir en piscine, d'abord sur le site même de la centrale où ils ont été mis en œuvre, puis dans l'[usine de retraitement Orano de La Hague](#).

Dans cette usine, l'uranium et le plutonium des combustibles usés sont séparés des produits de fission et des autres éléments transuraniens¹. L'uranium et le plutonium sont conditionnés puis entreposés en vue d'une réutilisation ultérieure. Cependant, l'uranium issu de ce retraitement n'est plus utilisé à ce jour pour produire de nouveaux combustibles. EDF a annoncé son intention d'en reprendre l'utilisation en 2023, après réenrichissement de l'uranium de retraitement en Russie.

Le plutonium issu du traitement des combustibles d'oxyde d'uranium est utilisé dans l'usine Orano de Marcoule, dite « [Melox](#) », pour fabriquer du combustible MOX (Mélange d'Oxydes d'uranium et de plutonium) qui est utilisé dans des réacteurs électronucléaires de 900 mégawatts électriques (MWe) en France. Les combustibles nucléaires MOX ne sont actuellement pas retraités après avoir été utilisés dans les réacteurs. Dans l'attente de leur retraitement ou de leur stockage, les combustibles MOX irradiés sont entreposés dans l'usine de La Hague.

Les principaux flux liés au « cycle du combustible » sont présentés dans le tableau 1.

D'autres installations sont nécessaires au fonctionnement des installations nucléaires de base (INB) citées ci-dessus, notamment l'installation dite « [Socatri](#) » qui assure la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires ainsi que le traitement des effluents nucléaires et industriels de la plateforme Orano du Tricastin.

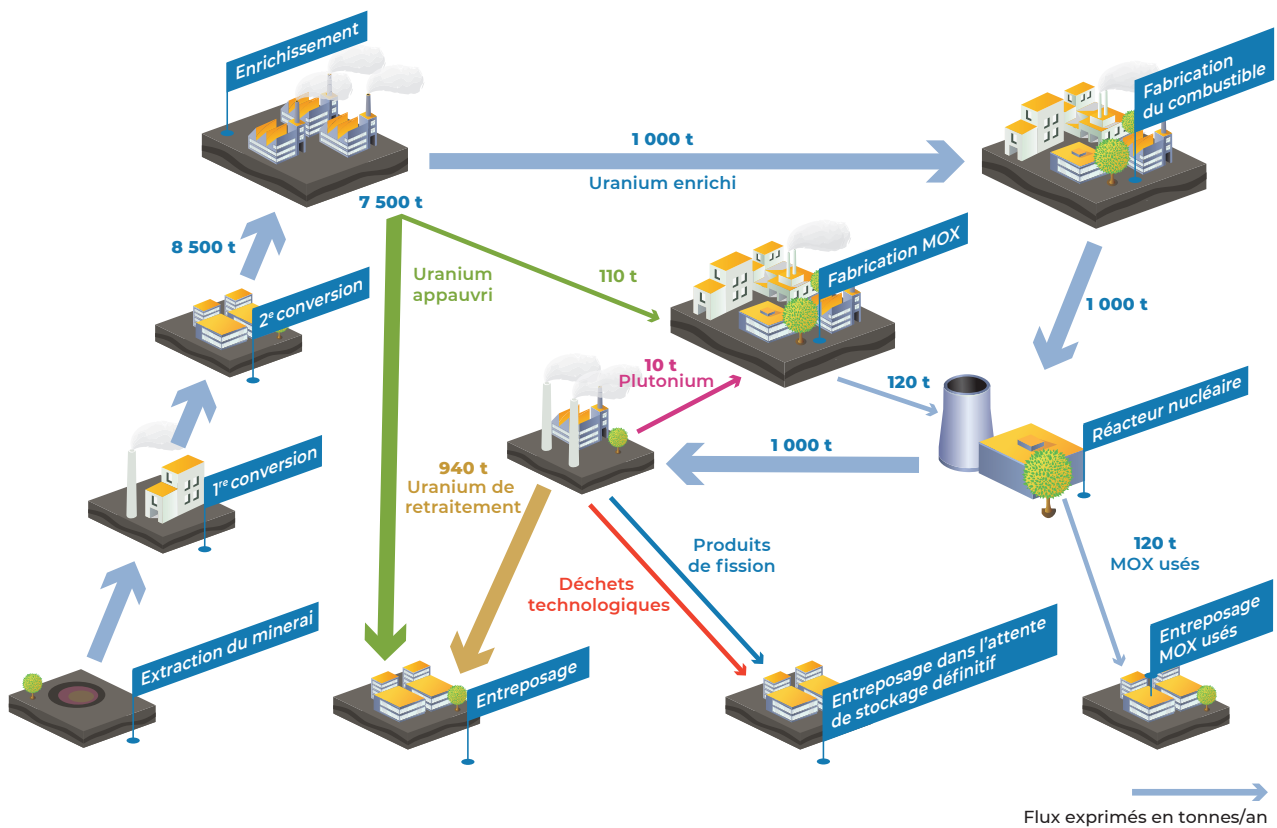
1. Les transuraniens sont les éléments chimiques qui sont plus lourds que l'uranium (numéro atomique 92). Les principaux sont le neptunium (93), le plutonium (94), l'américium (95), le curium (96). Dans un réacteur, ils dérivent de l'uranium lors de réactions secondaires, autres que la fission.

TABLEAU 1

Flux de l'industrie du « cycle du combustible » en 2020

INSTALLATION	PRODUIT TRAITÉ			PRODUIT ÉLABORÉ		PRODUIT EXPÉDIÉ	
	ORIGINE	PRODUIT TRAITÉ	TONNAGE MÉTAL LOURD	PRODUIT ÉLABORÉ	TONNAGE MÉTAL LOURD	DESTINATION	TONNAGE MÉTAL LOURD
Orano Ex-Comurhex Tricastin	ICPE Malvésí	UF ₄	1704	UF ₆	3581	Parcs Orano Tricastin	3581
Orano Atelier TU5 Tricastin	Orano La Hague	Nitrate d'uranyle	4480	U ₃ O ₈	1303	Parcs Orano Tricastin	1303
Orano Usine W Tricastin	GB II	UF ₆ appauvri	8154	U ₃ O ₈	6510	Parcs Orano Tricastin	6510
Orano GB II Tricastin	Orano Tricastin ou Cameco (Canada)	UF ₆	10146 (dont 3038 provenant de Cameco)	UF ₆ appauvri	8671	Défluoration	8671
				UF ₆ enrichi	1410	Fabricants de combustible	1410
Framatome Romans	GB II Tricastin	UF ₆ enrichi	614	Assemblages à base d'uranium naturel enrichi	705	Afrique du sud	26
						EDF	615
	Urenco (Royaume-Uni)	106			Chine	38	
	Framatome Lingen (Allemagne)	Crayons UO ₂ à base d'uranium naturel	10	Poudre UO ₂ et U ₃ O ₈ à base d'uranium naturel enrichi	4,5	CEA	5
						Areva NP Richland (États-Unis)	2,5
Orano Marcoule Melox	Framatome Lingen (Allemagne)	UO ₂ appauvri	80	Éléments combustibles MOX	79	EDF	71
	WSE vasteras (Suède)		1				
	Orano La Hague	PuO ₂	7			EPZ (Pays-Bas)	12
Orano La Hague	Combustibles traités dans l'établissement de La Hague						
	EDF et autres exploitants	UOX et MOX	1035	Nitrate d'uranyle	1068	Orano Tricastin	1131
	Réacteur BR2 Mol	RTR	0,03	PuO ₂	12	Melox Marcoule	9
	Combustibles entreposés dans les piscines de l'établissement de La Hague						
EDF et autres exploitants	Eléments combustibles irradiés	9955	-	-	-	-	

Schéma du « cycle du combustible »



1.1 Amont du « cycle du combustible »

En amont de la fabrication de combustibles pour les réacteurs, le minerai d'uranium doit subir un certain nombre de transformations chimiques, de la préparation du « yellow cake » jusqu'à la conversion en UF_6 , forme sous laquelle il est enrichi. Ces opérations se déroulent principalement sur les sites Orano de [Malvési](#), dans l'Aude, et du [Tricastin](#) dans la Drôme et le Vaucluse (également connu sous le nom de site de Pierrelatte).

Orano exploite sur le site du Tricastin :

- l'installation ex-Comurhex (INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium (UF_4) en UF_6 qui contient l'usine Philippe Coste ;
- l'installation d'enrichissement de l' UF_6 par ultracentrifugation Georges Besse II (INB 168) ;
- l'installation TU5 (INB 155) de conversion de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$, issu du retraitement de combustibles usés à La Hague, en sesquioxyde d'uranium (U_3O_8) ;
- l'usine W (ICPE dans le périmètre de l'INB 155) de conversion d' UF_6 appauvri en U_3O_8 ;
- des parcs d'entreposage d'uranium et de thorium sous diverses formes (INB 93, 178 et 179) ;
- le laboratoire d'analyse Atlas (INB 176) ;
- une installation nucléaire de base secrète (INBS), qui regroupe notamment des parcs d'entreposage de substances radioactives, pour la quasi-totalité à usage civil ;
- l'installation Socatri (INB 138) qui assure la gestion de déchets du site du Tricastin, ainsi que la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires.

L'installation TU5 et l'usine W d'Orano – INB 155

L'INB 155, dénommée [TU5](#), peut mettre en œuvre jusqu'à 2 000 tonnes d'uranium par an, ce qui permet de traiter la totalité du nitrate d'uranyle ($UO_2(NO_3)_2$) issu de l'usine Orano de La Hague pour le convertir en U_3O_8 (composé solide stable

permettant de garantir des conditions d'entreposage de l'uranium plus sûres que sous forme liquide ou gazeuse). Une fois converti, l'uranium de retraitement est entreposé sur le site du Tricastin.

Les usines de conversion de l'uranium d'Orano – INB 105

L'[INB 105](#), qui transformait notamment le nitrate d'uranyle de retraitement en UF_4 ou en U_3O_8 , est en démantèlement (voir chapitre 13).

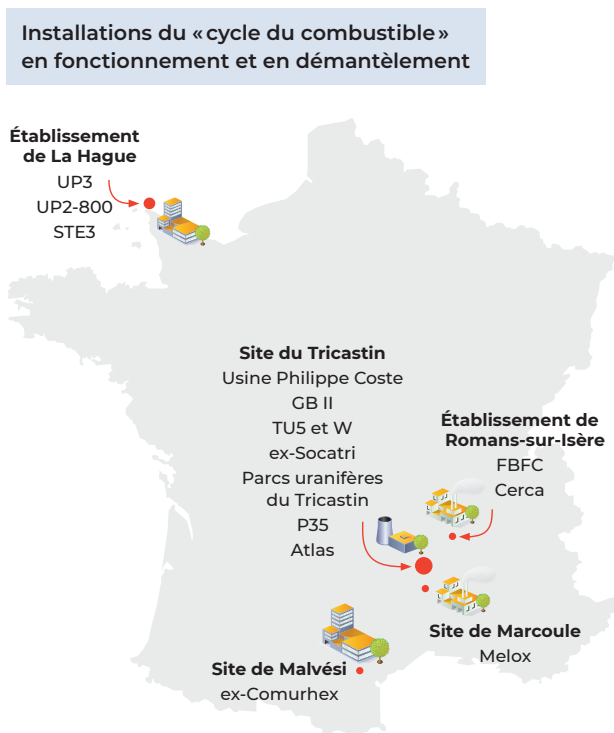
L'usine Philippe Coste, est incluse dans son périmètre et est dédiée à la fluoration de l' UF_4 en UF_6 , pour permettre son enrichissement ultérieur dans l'usine Georges Besse II (GB II). Elle produit chaque année de l'ordre de 14 000 tonnes d' UF_6 à partir de l' UF_4 provenant de l'établissement Orano de Malvési. Elle relève du statut des ICPE soumises à autorisation avec servitude (installations dites « Seveso ») et est contrôlée par l'ASN sous ce régime.

L'usine d'enrichissement par ultracentrifugation

Georges Besse II – INB 168

L'INB 168, dénommée [Georges Besse II](#) (GB II), dont la création a été autorisée en 2007, est une usine d'enrichissement de l'uranium par ultracentrifugation gazeuse. Ce procédé consiste à injecter de l' UF_6 dans un cylindre en rotation à très grande vitesse. Sous l'effet de la force centrifuge, les molécules les plus lourdes (contenant l'uranium-238) sont séparées des plus légères (contenant l'uranium-235). En associant plusieurs centrifugeuses, qui constituent une cascade, il est possible de disposer d'un flux enrichi en isotope-235 [fissile](#) et d'un flux appauvri. GB II est composée de deux unités d'enrichissement (unité Sud et unité Nord) et d'un atelier support, REC II.

L'ASN a autorisé la mise en service, début 2009, de l'unité Sud, composée de huit modules et, en 2013, de l'unité Nord, composée de six modules, dont les deux premiers sont prévus pour enrichir de l'uranium issu du traitement de combustibles usés. L'ASN a autorisé en 2014 la mise en service de l'atelier support. L'enrichissement



d'uranium issu du retraitement, qui est soumis à autorisation préalable de l'ASN, n'est pas mis en œuvre.

L'installation Atlas – INB 176

L'installation [Atlas](#) a pour fonction :

- la réalisation d'analyses physico-chimiques et radiochimiques industrielles ;
- le suivi des rejets liquides et atmosphériques et la surveillance de l'environnement des installations du Tricastin.

L'installation Atlas, qui répond aux exigences de sûreté les plus récentes, présente une robustesse aux agressions externes. L'ASN a autorisé le 7 mars 2017 sa mise en service.

L'installation dite « Parcs uranifères du Tricastin » – INB 178

À la suite du déclassement d'une partie de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'INB 178, dite « [Parcs uranifères du Tricastin](#) », a été créée. Cette installation regroupe des parcs d'entreposage d'uranium, ainsi que les nouveaux locaux de gestion de crise de la plateforme. L'ASN a enregistré cette installation en décembre 2016.

L'installation P35 – INB 179

Dans la continuité du processus de déclassement de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'INB 179, dite « [P35](#) » a été créée. Cette installation regroupe dix bâtiments d'entreposage d'uranium. L'ASN a enregistré cette installation en janvier 2018.

1.2 Fabrication du combustible

La fabrication du combustible pour les réacteurs électronucléaires nécessite de transformer l' UF_6 en poudre d'oxyde d'uranium. Les pastilles fabriquées à partir de cette poudre dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère, dite « [FBFC](#) » (INB 98), sont placées dans des gaines métalliques en zirconium pour constituer les crayons de combustible, ensuite réunis pour former les assemblages.

Les combustibles utilisés dans les réacteurs expérimentaux sont plus variés, certains d'entre eux utilisent, par exemple, de l'uranium très enrichi sous forme métallique. Ces combustibles

sont fabriqués dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère usuellement appelée [Cerca](#) (INB 63).

Le combustible MOX est fabriqué dans l'INB 151 [Melox](#), exploitée par Orano et située sur le site nucléaire de Marcoule.

1.3 Aval du « cycle du combustible » – retraitement

Les usines de retraitement Orano de La Hague en fonctionnement

Les usines de La Hague, destinées au traitement des assemblages de combustibles usés dans les réacteurs nucléaires, sont exploitées par Orano.

La mise en service des différents ateliers des usines [UP3-A](#) (INB 116) et [UP2-800](#) (INB 117) et de la station de traitement des effluents [STE3](#) (INB 118) s'est déroulée de 1986 (réception et entreposage des assemblages combustibles usés) à 2002 (atelier de traitement du plutonium R4), avec la mise en service de la majorité des ateliers de procédé en 1989-1990.

Les [décrets du 10 janvier 2003](#) fixent la capacité individuelle de traitement de chacune des deux usines à 1 000 tonnes par an, comptées en quantité d'uranium et de plutonium contenus dans les assemblages combustibles avant irradiation (passage en réacteur) et limitent la capacité totale des deux usines à 1 700 tonnes par an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site sont définies par deux décisions de l'ASN du 22 décembre 2015 ([décision n° 2015-DC-0535](#) et [décision n° 2015-DC-0536](#)).

Les opérations réalisées dans les usines

Les [usines de retraitement](#) comprennent plusieurs unités industrielles, chacune destinée à une opération particulière. On distingue ainsi les installations de réception et d'entreposage des assemblages de combustibles usés, de cisailage et de dissolution de ceux-ci, de séparation chimique des produits de fission, de l'uranium et du plutonium, de purification de l'uranium et du plutonium et de traitement des effluents, ainsi que de conditionnement des déchets.

À leur arrivée dans les usines, les assemblages de combustibles usés disposés dans leurs emballages de transport sont déchargés soit « sous eau » en piscine, soit à sec en cellule blindée étanche. Les assemblages sont alors entreposés dans des piscines pour leur refroidissement.

Les assemblages sont ensuite cisailés et dissous dans l'acide nitrique afin de séparer les morceaux de gaine métallique du combustible nucléaire usé. Les morceaux de gaine, insolubles dans l'acide nitrique, sont évacués du dissolvant, rincés à l'acide puis à l'eau et transférés vers une unité de compactage et de conditionnement.

La solution d'acide nitrique comprenant les substances radioactives dissoutes est ensuite traitée afin d'en extraire l'uranium et le plutonium, et d'y laisser les produits de fission et les autres éléments transuraniens.

Après purification, l'uranium est concentré et entreposé sous forme de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$. Il est destiné à être converti dans l'installation TU5 du site du Tricastin en un composé solide (U_3O_8), dit « uranium de retraitement ».

Après purification et concentration, le plutonium est précipité par de l'acide oxalique, séché, calciné en oxyde de plutonium, conditionné en boîtes étanches et entreposé. Il est ensuite destiné à la fabrication de combustibles MOX dans l'usine Orano de Marcoule (Melox).

Les effluents et les déchets produits par le fonctionnement des usines

Les produits de fission et autres éléments transuraniens issus du retraitement sont concentrés, vitrifiés et conditionnés en colis standards de déchets vitrifiés (CSD-V). Les morceaux de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en colis standards de déchets compactés (CSD-C).

Par ailleurs, ces opérations de retraitement mettent en œuvre des procédés chimiques et mécaniques qui, par leur exploitation, produisent des effluents gazeux et liquides ainsi que des déchets solides.

Les effluents gazeux se dégagent principalement lors du cisailage des assemblages et pendant l'opération de dissolution. Le traitement de ces effluents gazeux s'effectue par lavage dans une unité de traitement des gaz. Les gaz radioactifs résiduels, en particulier le krypton et le tritium, sont contrôlés avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

Les effluents liquides sont traités et généralement recyclés. Certains radionucléides, tels que l'iode et le tritium, sont dirigés, après contrôle et dans le respect des limites de rejet, vers l'émissaire marin de rejet en mer. Les autres sont dirigés vers des unités de conditionnement du site (en matrice solide de verre ou de bitume).

Les déchets solides sont conditionnés sur le site soit par compactage, soit par enrobage dans du ciment, soit par vitrification. Les déchets radioactifs solides issus du traitement des assemblages de combustibles usés dans des réacteurs français sont, selon leur composition, envoyés au Centre de stockage des déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) de [Soulaines](#) (voir chapitre 14) ou entreposés sur le site Orano de La Hague dans l'attente d'une solution pour leur stockage définitif (notamment les CSD-V et CSD-C). Conformément à l'[article L. 542-2 du code de l'environnement](#), les déchets radioactifs issus du traitement des assemblages de combustibles usés d'origine étrangère sont réexpédiés à leurs propriétaires. Cependant, il est impossible de séparer physiquement les déchets en fonction des combustibles dont ils proviennent. Afin de garantir une répartition équitable des déchets issus du traitement des combustibles de ses différents clients, l'exploitant a proposé un système comptable permettant le suivi des entrées et des sorties de l'usine de La Hague. Ce système, appelé système Exper, a été approuvé par [arrêté du ministre chargé de l'énergie du 2 octobre 2008](#).

1.4 La cohérence du « cycle du combustible » du point de vue de la sûreté et de la radioprotection

La fabrication du combustible nucléaire utilisé dans les réacteurs des centrales nucléaires produisant de l'électricité, son entreposage et son retraitement après irradiation constituent le « cycle du combustible nucléaire ». Il implique différents exploitants : Orano, Framatome, EDF et l'Andra.

L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté. Dans ce cadre, l'ASN demande périodiquement qu'EDF transmette un dossier dit « Impact cycle », rédigé conjointement avec les acteurs du cycle, présentant les conséquences sur chaque étape du « cycle du combustible » de la stratégie d'EDF d'utilisation, dans ses réacteurs, des différents types de combustibles.

Le dernier dossier « Impact cycle 2016 » pour la période 2016-2030, élaboré en collaboration avec Framatome, Orano et l'Andra, identifie notamment les seuils de rupture (saturation de capacités, limite de teneur isotopique de combustible atteinte, etc.) prévisibles jusqu'en 2040 en prenant en compte

plusieurs scénarios d'évolution du mix énergétique. Cette mise à jour présente plusieurs nouveautés par rapport aux démarches antérieures engagées en 1999 et 2006 :

- la période d'étude couvrant habituellement 10 ans a été portée à 15 ans, afin de tenir compte des délais effectivement constatés dans l'industrie nucléaire pour concevoir et construire de nouvelles installations qui seraient identifiées comme nécessaires à la mise en œuvre de la stratégie ;
- les aléas sur les transports de substances radioactives ont été explicitement pris en compte ;
- la fermeture de réacteurs nucléaires a été étudiée sur la période de temps considérée, notamment dans l'hypothèse d'une demande électrique stable jusqu'en 2025 pour tenir compte de la programmation prévue par la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) sur la transition énergétique pour la croissance verte ;
- la stratégie de gestion et d'entreposage des combustibles usés dans l'attente de leur traitement ou de leur stockage a été explicitée.

Après instruction, l'ASN a rendu le [18 octobre 2018 son avis](#), dont les principales conclusions sont les suivantes.

L'ASN estime que le dossier « Impact cycle 2016 » présente de manière satisfaisante les conséquences de différents scénarios d'évolution du « cycle du combustible nucléaire » sur les installations, les transports et les déchets. L'étude des conséquences d'aléas pouvant affecter le fonctionnement du cycle doit en revanche être approfondie.

L'ASN souligne le besoin d'anticiper au minimum d'une dizaine d'années toute évolution stratégique du fonctionnement du « cycle du combustible », afin qu'elle puisse être conçue et réalisée dans des conditions de sûreté et de radioprotection maîtrisées. Il s'agit, par exemple, de s'assurer que, compte tenu des délais incompressibles de développement des projets industriels, les besoins de création de nouvelles installations d'entreposage de combustibles usés, ou encore d'emballage de transport, sont suffisamment anticipés.

Sur la décennie à venir, il apparaît en particulier qu'afin d'éviter la saturation trop rapide des capacités d'entreposage existantes (piscines des réacteurs nucléaires et de La Hague), toute diminution de la production par des réacteurs consommant du combustible MOX doit être accompagnée d'une diminution de celle des réacteurs consommant du combustible issu d'uranium naturel enrichi (UNE), de manière que l'ensemble des combustibles UNE usés soient retraités.

À plus long terme, il convient soit de disposer de nouvelles capacités d'entreposage très significativement supérieures au volume actuel et projeté, soit de pouvoir consommer du combustible MOX dans d'autres réacteurs que ceux de 900 MWe, qui sont les plus anciens. Ces options nécessitent, pour leur conception et leur réalisation, des délais de l'ordre de la décennie. L'ASN demande donc dès maintenant aux industriels d'étudier ces deux options.

Le Gouvernement réactualise tous les 5 ans la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Le fonctionnement du « cycle du combustible nucléaire » est susceptible d'évoluer en fonction des orientations ainsi définies. L'ASN enjoint donc les industriels d'étudier, en matière de sûreté et de radioprotection, les conséquences de la mise en œuvre de la PPE sur le « cycle du combustible nucléaire », et sa cohérence, à l'occasion de chacune de ses révisions.

Au regard de cet examen, l'année 2020 a été marquée par plusieurs événements concourant à un déséquilibre du cycle :

- l'usine de Melox a encore connu des difficultés, moindres qu'en 2019, pour produire du combustible MOX pour les réacteurs d'EDF avec la qualité et dans la quantité attendue. En effet,

le nouveau procédé de production conduit à une hétérogénéité de la taille des grains d'uranium appauvri plus importante et à quantité de rebut plus importante. Ceci a conduit EDF à réduire le nombre d'assemblages MOX présents dans le cœur de certains réacteurs. Cette situation entraîne également une moindre consommation du plutonium produit par les usines de La Hague et un nombre accru d'assemblages de combustibles usés dans les piscines. Les excédents de plutonium pris en propriété par Orano et de MOX non conforme devront à terme être résorbés ;

- un évaporateur concentrateur de produit de fission de La Hague a atteint un niveau de corrosion qui nécessite une surveillance accrue de l'évolution de son épaisseur afin de garantir sa tenue à la pression en situation de séisme. L'ASN a donc autorisé en 2020 des modalités de surveillance particulières de cet évaporateur, qui s'appliquent pour son ultime phase de fonctionnement. L'arrêt de cet évaporateur entraînera une diminution de la capacité de retraitement des usines de La Hague s'il intervient avant son remplacement.

Ces perturbations des usines de l'aval du cycle confirment le besoin identifié par l'ASN dans son avis du 18 octobre 2018 de disposer de parades dans l'hypothèse où la mise en service de la piscine d'entreposage centralisé d'EDF interviendrait après la saturation des capacités françaises d'entreposage de combustibles usés.

1.5 Perspectives : les installations en projet

Projet d'une nouvelle installation d'entreposage d'uranium sur le site du Tricastin

Orano a fait part à l'ASN, en février 2015, de sa volonté de créer une nouvelle INB destinée à l'entreposage, sur le site du Tricastin, de matières uranifères issues du retraitement de combustible. Orano a entrepris des actions d'optimisation des entreposages existants du site pour repousser leur date de saturation de 2019 à 2021 et a déposé en novembre 2017 une demande d'autorisation de création de nouveaux bâtiments d'entreposage. L'ASN a indiqué en 2018 au ministre chargé de la sûreté nucléaire que le contenu de la demande d'autorisation de création était suffisant pour permettre une instruction. Une enquête publique s'est tenue fin 2020 à ce sujet. Le projet devrait faire l'objet d'un décret d'autorisation en 2021.

Projet de « Nouvelle concentration des produits de fission » sur le site de La Hague

Afin de remplacer les évaporateurs concentrateurs de produit de fission de La Hague qui présentent une corrosion plus avancée que prévue à leur conception, Orano construit de nouveaux ateliers, nommés « NCPF », comprenant six nouveaux évaporateurs. Ce projet particulièrement complexe a nécessité plusieurs autorisations et a fait l'objet d'une décision de l'ASN en 2020, portant sur le procédé de trois de ces évaporateurs (NCPF T2). Les autorisations de raccordement de ces nouveaux équipements aux ateliers existants feront l'objet d'autres décisions et autorisations dans les prochains mois.

Construction de nouvelles capacités d'entreposage de colis de déchets

Afin d'anticiper la saturation des capacités d'entreposage des CSD-V (ateliers R7, T7 et E/EV/SE), la construction de nouveaux ateliers d'entreposage dit « extension d'entreposage des verres sur le site de La Hague » (E/EV/LH) a commencé en 2007. Ces ateliers sont construits module par module, par construction d'unités identiques appelées « fosses ». Les fosses 50 et 60 sont en construction pour accroître la capacité d'entreposage.

Par ailleurs, Orano a demandé en avril 2017 une modification du décret de création de l'usine UP3-A pour pouvoir étendre l'entreposage de CSD-C. Cette extension a été autorisée par le décret du 27 novembre 2020, sur lequel l'ASN avait rendu un avis favorable le 8 septembre 2020.

Projet d'unité de traitement de combustibles particuliers

Afin de recevoir et traiter les combustibles particuliers irradiés dans le réacteur [Phénix](#) ou d'autres réacteurs de recherche, Orano a transmis en 2016 le dossier d'options de sûreté d'une nouvelle unité de traitement de combustibles particuliers. Cette unité comporterait de nouveaux équipements de cisailage et de dissolution. En mars 2017, l'ASN a indiqué à l'exploitant que les options de sûreté de cette nouvelle unité étaient globalement satisfaisantes. Orano a toutefois rencontré des difficultés techniques dans le développement du procédé, ce qui a conduit à une modification importante des options de conception initialement retenues. Compte tenu de ces éléments, l'ASN a accordé un délai supplémentaire à Orano pour déposer la demande d'autorisation de cette unité. L'exploitant a transmis de nouvelles options de sûreté pour ce projet en janvier 2020. L'ASN a fait part de ses observations sur ce dossier le 9 décembre 2020.

Projet de piscine d'entreposage centralisé d'EDF

Étant donné les échéances, identifiées par l'instruction du précédent dossier de « cohérence du cycle », de saturation des capacités d'entreposage de combustibles usés et les délais nécessaires à la conception et à la construction d'une nouvelle installation, l'article 10 de l'[arrêté du 23 février 2017](#) établissant des prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs ([PNGMDR](#)) prescrit à EDF de transmettre « avant le 30 juin 2017 à l'ASN les options techniques et de sûreté relatives à la création de nouvelles capacités d'entreposage ».

EDF a retenu une piscine d'entreposage centralisé, qui doit permettre l'entreposage des combustibles usés dont le retraitement ou le stockage ne sont envisageables qu'à long terme. La durée d'exploitation envisagée pour cet entreposage est donc de l'ordre du siècle. EDF a transmis en 2017 un dossier d'options de sûreté concernant ce projet, dont la localisation n'a pas été précisée.

À la suite de l'instruction du dossier d'options de sûreté transmis par EDF, l'ASN a rendu son [avis en juillet 2019](#). Elle a considéré que les objectifs généraux de sûreté et les options de conception retenues sont globalement satisfaisants. Des études et justifications complémentaires sont cependant nécessaires, notamment concernant la conception et la maîtrise de la fabrication pour garantir, sur la durée, l'étanchéité de la piscine ainsi que les niveaux d'aléas retenus pour les agressions externes une fois connu le site d'implantation de l'installation.

EDF a signalé en 2020 un retard concernant ce projet de piscine d'entreposage, qui aurait vocation à être implantée sur le site de La Hague mais ne serait pas mise en service avant 2034.

L'ASN avait demandé dès 2018 à EDF de présenter les parades qu'elle envisagerait dans cette situation compte tenu de possible saturation des capacités françaises d'entreposage de combustibles usés d'ici à cette mise en service.

Les parades envisagées par EDF, en lien avec Orano, sont la densification des piscines de La Hague, un moxage accru des réacteurs de 900 MWe et un entreposage à sec des combustibles usés.

Concernant la densification des piscines de La Hague, Orano a remis en novembre 2020 un dossier d'options de sûreté. Ce dossier a été présenté au groupe de travail PNGMDR et sera instruit par l'ASN.

2. Les actions de l'ASN dans le champ des installations du « cycle du combustible » : une approche graduée

2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

À chaque étape du « cycle du combustible », les installations présentent des enjeux différents :

- les installations de conversion et d'enrichissement induisent principalement des risques toxiques (du fait de la forme chimique des substances radioactives qu'elles mettent en œuvre), des risques de criticité (lorsqu'elles mettent en œuvre des matières enrichies) et de dissémination de substances radioactives (qui se présentent en poudre, sous forme liquide ou cristallisées) ;
- les installations de fabrication de combustible induisent principalement des risques toxiques (quand elles ont des unités de conversion), de criticité, d'incendie ou d'explosion (ce sont des usines de céramique, qui utilisent des procédés de chauffe), de dissémination de substances radioactives (qui se présentent en poudre ou sont cristallisées) et d'exposition à des rayonnements ionisants (lorsqu'elles mettent en œuvre des substances issues du retraitement) ;
- les installations de retraitement de combustible usé induisent principalement des risques de dissémination de substances radioactives (les substances mises en œuvre sont notamment liquides et en poudre), de criticité (les substances fissiles mises en œuvre changent de forme géométrique) et d'exposition à des rayonnements ionisants (les combustibles contiennent des substances très irradiantes).

Leur point commun est que les réactions en chaîne n'y sont jamais recherchées (prévention du risque de criticité) et qu'elles mettent en œuvre des substances dangereuses dans des quantités industrielles. Les risques industriels classiques y sont donc prégnants. Certaines usines d'Orano du Tricastin et à La Hague ou de Framatome à Romans-sur-Isère relèvent à ce titre de la directive Seveso.

L'ASN s'attache à appliquer un contrôle proportionné aux enjeux de chaque installation classée, notamment, par l'ASN dans l'une des trois catégories définies au regard de l'importance des risques et inconvénients qu'elle présente. Cette classification des INB permet d'adapter le contrôle des installations et de renforcer celui des installations à enjeux importants, en matière d'inspection et de profondeur des instructions menées par l'ASN.

Lorsque les installations sont modifiées de manière substantielle ou lorsqu'elles sont définitivement arrêtées, l'ASN est en charge de l'instruction de ces modifications qui font l'objet d'un décret modificatif par le Gouvernement sur lequel l'ASN est préalablement saisie. L'ASN établit aussi les prescriptions qui encadrent ces grandes étapes. Enfin, l'ASN instruit également les dossiers de sûreté justifiant le fonctionnement de chacune des INB.

L'ASN contrôle, pour chaque installation, l'organisation et les moyens retenus par l'exploitant pour lui permettre d'assurer ses responsabilités en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection, de gestion de crise en cas d'accident, ainsi que de protection de la nature, de l'environnement, de la santé et de la salubrité publiques. L'ASN contrôle le fonctionnement des organisations mises en place par les exploitants, principalement au travers d'inspections, notamment celles consacrées au management de la sûreté. À cet égard, Orano a déposé en février 2020 des demandes de changement d'exploitant concernant l'ensemble de ses INB. Ce projet, dit « PEARL », a pour but de séparer dans trois filiales distinctes les activités du groupe dans les domaines de l'amont du cycle, de l'aval du cycle et du démantèlement.

L'instruction de cette demande par l'ASN a montré qu'elle induisait un changement d'organisation dans l'exploitation des INB en démantèlement du groupe Orano, susceptible de remettre en cause le principe prévu par le code de l'environnement selon lequel la responsabilité opérationnelle de l'exploitation d'une INB doit revenir à son exploitant nucléaire. Orano a donc déposé en décembre 2020 une demande de dérogation à ce principe sur laquelle l'ASN prendra position en 2021.

2.2 Le retour d'expérience de Fukushima

Le retour d'expérience de l'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#) a été intégré de façon prioritaire sur l'ensemble des installations du « cycle du combustible ». Les exploitants ont fourni les rapports des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) en septembre 2011 pour toutes les installations et sites, à l'exception de l'INB 63 de Romans-sur-Isère, dont le rapport a été remis en septembre 2012.

En juin 2012, l'ASN a fixé aux installations d'Orano et de Framatome évaluées en 2011 des prescriptions complémentaires au vu des conclusions des ECS. Ces prescriptions imposent notamment la mise en œuvre d'un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles visant à prévenir un accident grave ou en limiter la progression, limiter les rejets massifs et permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

De façon générale, Orano et Framatome ont conçu et mis en œuvre dans les délais de nouveaux moyens destinés à faire face à des situations extrêmes dans leurs installations.

En particulier, les postes de commandement de crise local (PCD-L) des sites de Romans-sur-Isère et du Tricastin ont été déménagés au sein de nouveaux bâtiments de gestion de crise robustes à l'égard des aléas extrêmes. Ces bâtiments disposent notamment d'un système de ventilation avec filtration permettant de protéger le personnel présent d'un rejet toxique en provenance des installations de ces sites, des installations voisines, ou encore, sur le site du Tricastin, d'un rejet radioactif en provenance de la centrale nucléaire voisine.

Concernant le site de La Hague, Orano a réalisé des travaux et mis en œuvre des moyens afin de disposer de réserves d'eau importantes en cas de situation extrême ainsi que des moyens permettant la recirculation de l'eau sous les piscines d'entreposage et ainsi maintenir un niveau d'eau minimal au-dessus des assemblages combustibles en cas de fuite. Enfin, le nouveau bâtiment de crise du PCD-L du site, robuste vis-à-vis d'aléas extrêmes, est opérationnel depuis 2019.

Sur le site de Marcoule, Orano a commencé la construction de son nouveau bâtiment de crise, robuste aux aléas extrêmes. Ce chantier a cependant pris un retard important du fait de difficultés récurrentes entre l'exploitant et son sous-traitant en génie civil et pourrait ne s'achever qu'en fin d'année 2021.

L'ASN considère néanmoins que l'avancement des travaux post-Fukushima et les dispositions organisationnelles mises en place sont satisfaisantes chez Orano et Framatome.

2.3 Les réexamens périodiques des installations du « cycle du combustible »

Depuis la publication du [décret du 2 novembre 2007](#), l'ensemble des exploitants d'INB doivent réaliser des [réexamens périodiques](#) de leur installation au moins tous les 10 ans. Ces exercices ont

été conduits graduellement sur les installations du cycle. Les premiers ont concerné les INB 151 (Melox) et 138 (Socatri) et ont permis d'identifier de nombreuses actions de renforcement de ces installations, dont l'essentiel est mis en œuvre aujourd'hui.

L'instruction de ces réexamens périodiques a confirmé la pertinence de définir, dans une phase dite d'orientation, les sujets à examiner par l'exploitant durant le réexamen périodique et les méthodologies attendues. Par ailleurs, les démonstrations de sûreté de l'ensemble des INB doivent s'enrichir d'analyses probabilistes. À la suite du réexamen de l'usine UP2-800 (INB 117), Orano a établi une méthodologie d'analyse de sûreté ambitieuse reposant sur les méthodes appliquées aux installations classées pour la protection de l'environnement et l'a présenté en 2020 à l'ASN en vue de l'étendre à l'ensemble de ses INB. Sa mise en application dans le cadre du réexamen à venir de l'INB 116 constituera un progrès significatif pour l'analyse de séquences accidentelles complexes que l'ASN examinera.

Le réexamen de l'INB 98 (FBFC) comprend des améliorations de sûreté de l'installation notamment concernant la maîtrise des risques d'incendie, la maîtrise de la criticité et le renforcement du génie civil. Toutefois, il a montré la nécessité de mieux intégrer les risques liés aux substances dangereuses dans la démonstration de sûreté des installations du cycle, en assurant un niveau d'exigence au moins équivalent aux installations classées relevant du régime Seveso seuil haut. En conséquence, l'ASN a fixé en 2020 une prescription demandant une actualisation de la démonstration de sûreté relative aux risques induits par les substances dangereuses dans sa décision associée à ce réexamen.

Les réexamens montrent l'importance d'une vérification *in situ* de la conformité des éléments importants pour la protection (EIP) la plus exhaustive possible, ou la plus représentative possible des EIP non accessibles. Ils illustrent aussi le besoin de disposer d'une démarche robuste pour la maîtrise du vieillissement des installations du « cycle du combustible ». Le développement de ces démarches peut présenter une certaine complexité car la plupart des installations du « cycle du combustible » sont uniques en leur genre.

Dans le contexte de la corrosion plus rapide que prévu des évaporateurs-concentrateurs de produits de fission et d'autres équipements de l'usine de La Hague, la maîtrise du vieillissement constitue, pour l'ASN, un enjeu prioritaire pour les installations de l'aval du cycle qui fait l'objet d'inspections dédiées et d'une vigilance accrue dans l'instruction des réexamens périodiques en cours.

2.4 Les actions particulières de contrôle menées en concertation avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense

La perspective de déclassement en INB de l'INBS du Tricastin amènera l'ASN à prendre la responsabilité du contrôle d'une partie des installations qu'elle contient. L'ASN veille avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) à maintenir une cohérence dans l'application des exigences de sûreté et de radioprotection pour les installations dont elles ont chacune la charge sur le site du Tricastin. En effet, la plupart des installations relevant de l'ASND sont arrêtées ou en démantèlement et ne concourent plus à la défense nationale. Elles ne devraient donc plus faire l'objet de mesures de secret à ce titre et seront donc progressivement déclassées en INB dans les années à venir.

L'ASN et l'ASND ont mis en place un groupe de travail afin de préciser les étapes de la reprise du contrôle de la sûreté des activités de ce site par l'ASN. Il a été retenu que ce transfert s'effectuera progressivement et sera l'occasion de réorganiser le contrôle du site du Tricastin afin que l'ensemble du site, y compris ses sols présentant des pollutions historiques, soit contrôlé par l'une ou l'autre des autorités de sûreté. En 2020, l'ASN a fait part au ministre chargé de la sûreté nucléaire de son avis sur la proposition d'Orano de réorganisation de la plateforme à l'issue du déclassement de l'INBS.

Les diverses installations de l'INBS devraient être regroupées, selon leur finalité, au sein d'INB existantes ou nouvelles. Leurs référentiels de sûreté devront par la suite être mis en conformité avec le régime des INB.

CHAPITRE 12

LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE RECHERCHE ET INDUSTRIELLES DIVERSES



1 Les installations de recherche, laboratoires et autres installations en France P.336

- 1.1 Les réacteurs de recherche
- 1.2 Les laboratoires et installations industrielles diverses
 - 1.2.1 Les laboratoires
 - 1.2.2 Les accélérateurs de particules
 - 1.2.3 Les installations industrielles d'ionisation
- 1.3 Les installations d'entreposage de matières

2 Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche: une approche graduée P.340

- 2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations
- 2.2 Les réexamens périodiques
- 2.3 Le retour d'expérience de Fukushima

Les installations nucléaires de recherche et industrielles diverses

Les [installations nucléaires de recherche ou industrielles](#) sont distinctes des installations nucléaires de base (INB) directement liées à la production d'électricité (réacteurs électronucléaires et installations du « cycle du combustible ») ou à la gestion des déchets. Elles sont, historiquement et majoritairement, exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), mais également

par d'autres organismes de recherche (par exemple, l'Institut Laue-Langevin – ILL, l'organisation internationale ITER et le grand accélérateur national d'ions lourds – Ganil) ou par des industriels (par exemple, CIS bio international, Steris et Ionisos, qui exploitent des installations de production d'éléments radiopharmaceutiques ou des irradiateurs industriels).

1. Les installations de recherche, laboratoires et autres installations en France

1.1 Les réacteurs de recherche

Les [réacteurs de recherche](#) ont pour objectif de contribuer à la recherche scientifique et technologique et à l'amélioration de l'exploitation des centrales nucléaires. Certaines de ces installations produisent également des radionucléides⁽¹⁾ à usage médical. Ce sont des installations dans lesquelles une [réaction en chaîne](#) est créée et entretenue, permettant de produire un flux de neutrons plus ou moins dense utilisé, en premier lieu, à des fins d'expériences scientifiques. Contrairement aux centrales nucléaires, l'énergie produite par les réacteurs de recherche n'est pas récupérée, elle constitue un « sous-produit » évacué par refroidissement. Les quantités de substances radioactives mises en œuvre sont moindres que dans les réacteurs électronucléaires.

Un panorama des différents types de réacteurs de recherche présents en France et des principaux risques associés est présenté ci-après.

Dans leur dimensionnement, ces réacteurs prennent en compte des accidents de référence de fusion du cœur « sous eau » (défaillance dans le système de refroidissement) et de fusion du cœur « sous air » (après dénoyage du cœur ou lors d'une manutention). En outre, ils prennent en compte des accidents spécifiques à certains réacteurs de recherche.

Les réacteurs à faisceaux de neutrons

Les [réacteurs à faisceaux de neutrons](#) sont de type piscine. Ils sont principalement destinés à la recherche fondamentale (physique du solide, physico-chimie moléculaire, biochimie, etc.), en utilisant la méthode de diffraction neutronique pour l'étude de la matière. Les neutrons sont produits dans le réacteur, à différentes gammes d'énergie, et sont captés par des canaux dans le réacteur pour être acheminés vers des aires expérimentales.

En France, il n'existe plus qu'un réacteur à faisceaux de neutrons en fonctionnement : le réacteur à haut flux (RHF, INB 67) exploité par l'Institut Laue-Langevin (ILL) à Grenoble (puissance nominale limitée à 58 mégawatts thermiques – MWth). Le RHF fonctionne par cycle de 50 à 100 jours environ. Les principaux enjeux de sûreté sont la maîtrise de la réactivité, du refroidissement et du confinement. Le réacteur [Orphée](#) (INB 101), exploité par le CEA

à Saclay (puissance nominale limitée à 14 MWth), a été arrêté définitivement fin 2019.

Les réacteurs « d'essais »

Les [réacteurs « d'essais »](#) sont de type piscine. Ils sont destinés à l'étude de situations accidentelles. Ils permettent de reproduire, de façon contrôlée et à petite échelle, certains accidents postulés dans la démonstration de sûreté des réacteurs électronucléaires et de mieux connaître l'évolution de paramètres physiques lors des situations accidentelles.

En France, il existe un réacteur « d'essais » en fonctionnement : le réacteur [Cabri](#) (INB 24), exploité par le CEA à Cadarache. Ce réacteur, d'une puissance limitée à 25 MWth, permet de produire le flux neutronique nécessaire aux expériences. Les enjeux de sûreté sont semblables à ceux des autres réacteurs : la maîtrise de la réactivité du cœur nourricier, du refroidissement pour évacuer la puissance et le confinement des substances radioactives situées dans les crayons de combustibles composant le cœur.

Des modifications de l'installation ont été réalisées pour mettre en œuvre de nouveaux programmes de recherche afin d'étudier le comportement du combustible à haut taux de combustion lors de situations accidentelles d'insertion de réactivité. La divergence du réacteur dans sa nouvelle configuration a été autorisée en 2015. [L'ASN a autorisé, le 30 janvier 2018](#), après d'importants travaux de rénovation, le premier essai expérimental actif de la boucle à eau sous pression de l'installation.

Les réacteurs d'irradiation

Les [réacteurs d'irradiation](#) sont de type piscine. Ils permettent d'étudier les phénomènes physiques liés à l'irradiation de matériaux et de combustibles ainsi que leurs comportements. Les flux neutroniques obtenus par ces installations étant plus puissants que ceux présents dans un réacteur électronucléaire de type réacteur à eau sous pression (REP), les expériences permettent de réaliser des études de vieillissement de matériaux et composants soumis à un flux important de neutrons. Après irradiation, les échantillons font l'objet d'examens destructifs, notamment dans des laboratoires de recherche, afin de caractériser les effets de l'irradiation. Ils constituent donc un outil important pour la qualification des matériaux soumis à un flux neutronique.

1. L'utilisation des radionucléides offre des possibilités d'analyse et de traitements médicaux : pour le diagnostic des cancers par le biais de scintigraphies et tomographies, autorisant des examens poussés d'organes en fonctionnement ou pour le traitement des tumeurs grâce à la radiothérapie, qui emploie les rayonnements des radionucléides pour détruire les cellules cancéreuses (voir chapitre 7).

Les installations de recherche en France

▲ Réacteurs de recherche

Cadarache: Cabri
Grenoble: RHF

▲ Réacteurs de recherche en construction

Cadarache: ITER, RJH

■ Accélérateurs de particules

Caen: Ganil
Genève: CERN

● Laboratoires et installations industrielles diverses

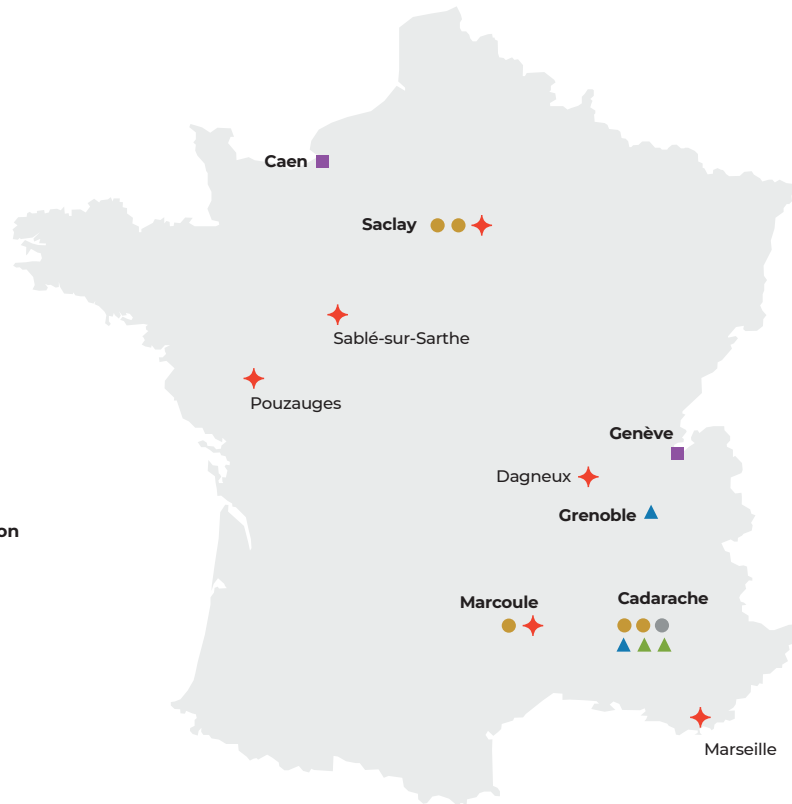
Cadarache: LECA/STAR, Lefca
Saclay: LECI, UPRA
Marcoule: Atalante

● Entreposage de matières

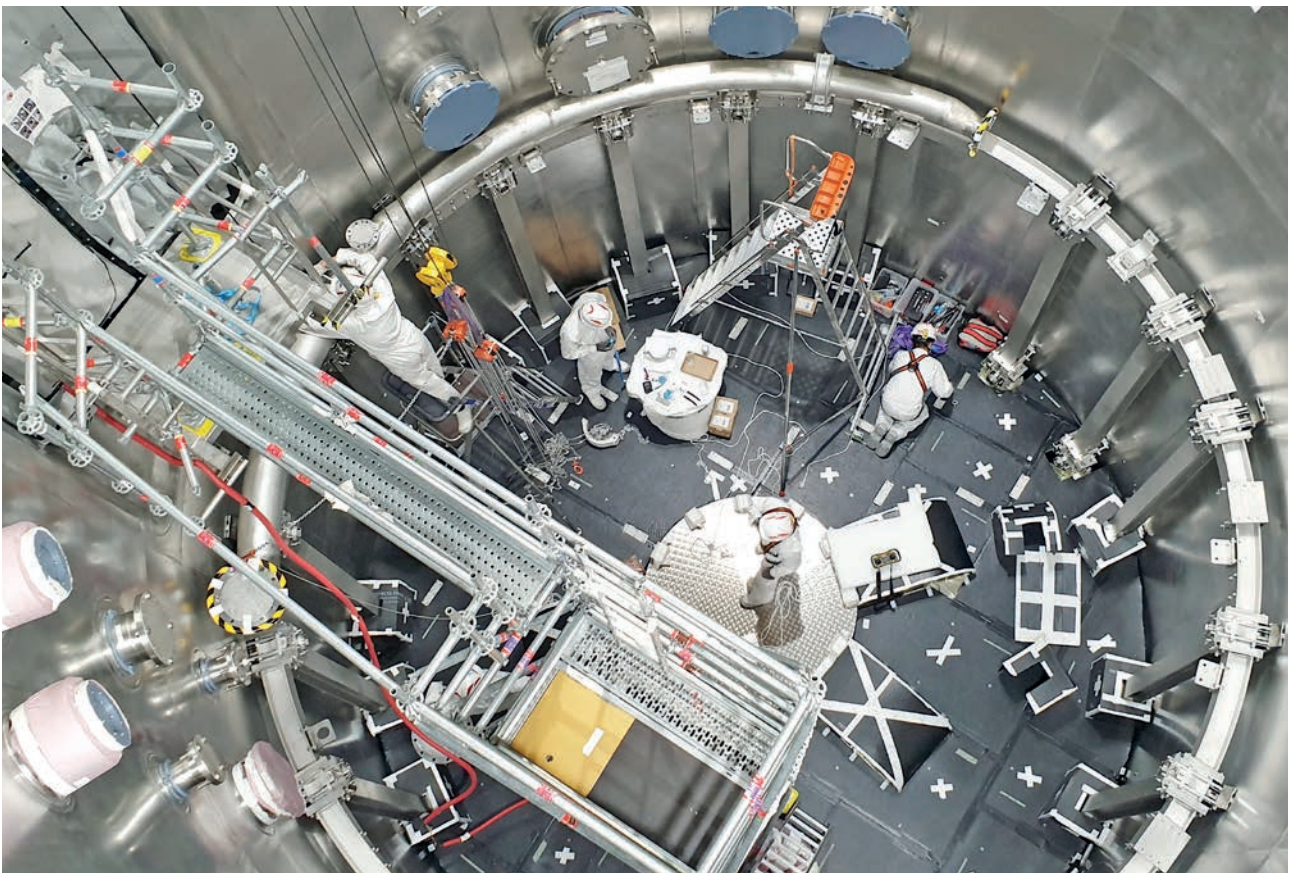
Cadarache: Magenta

◆ Installations industrielles d'ionisation

Dagneux, Pouzauges, Sablé-sur-Sarthe: Ionisos
Marseille: Gammaster
Marcoule: Gammatec
Saclay: Poséidon



Réacteur nucléaire de recherche Jules Horowitz (RJH) – montage du plancher de la piscine



En outre, ces réacteurs de recherche sont des sources de production significatives de certains radionucléides à usage médical.

La puissance de ces réacteurs varie de quelques dizaines à une centaine de MWth. Ces réacteurs fonctionnent par cycle d'environ 20 à 30 jours.

En France, il n'existe plus de réacteurs d'irradiation technologique en fonctionnement : le réacteur [Osiris](#) (INB 40), implanté à Saclay, est définitivement arrêté depuis 2015. Le réacteur [Jules Horowitz](#) (RJH, INB 172), destiné à le remplacer, est en cours de construction à Cadarache.

Les réacteurs à fusion

Contrairement aux réacteurs de recherche décrits précédemment, qui mettent en œuvre des réactions de fission nucléaire, certaines installations de recherche visent à produire des réactions de fusion nucléaire.

En France, l'installation [ITER](#) (INB 174) est un projet international de [réacteur à fusion](#) en cours de construction à Cadarache. L'objectif visé par ITER est la démonstration scientifique et technique de la maîtrise de la fusion nucléaire par confinement magnétique d'un plasma deutérium-tritium, lors d'expériences de longue durée avec une puissance significative (500 MW pendant 400 secondes).

Parmi les principaux enjeux de maîtrise des risques et inconvénients de ce type d'installation, on peut citer en particulier la maîtrise du confinement des matières radioactives (du tritium en particulier), les risques d'exposition aux rayonnements ionisants (forte activation des matériaux sous flux neutronique intense) ou l'évacuation de la puissance résiduelle des compartiments du réacteur (en particulier lors des opérations de maintenance).

1.2 Les laboratoires et installations industrielles diverses

1.2.1 Les laboratoires

Les [laboratoires](#) menant des activités de recherche et de développement pour la filière nucléaire contribuent à l'approfondissement des connaissances pour la production électronucléaire, le « cycle du combustible » ou encore la gestion des déchets. Ils peuvent aussi produire des radionucléides à usage médical.

Principes et enjeux de sûreté

Les principaux enjeux inhérents à ces installations sont la protection des personnes contre les rayonnements ionisants, la prévention de la dispersion de substances radioactives, la maîtrise des risques d'incendie et la maîtrise de la réaction en chaîne (criticité).

Les principes de conception de ces laboratoires sont similaires. Des zones dédiées, dénommées « cellules blindées », permettent la manipulation de substances radioactives et la réalisation d'expérimentations, à l'aide de moyens de manutention adaptés. Ces cellules blindées sont dimensionnées avec des épaisseurs de murs et de vitres importantes, afin de protéger les opérateurs contre les rayonnements ionisants. Elles permettent également le confinement des matières radioactives, grâce à un système de ventilation et de filtres spécifiques. Le risque de criticité est maîtrisé au travers de consignes strictes pour la manipulation, l'entreposage et le suivi des matériaux étudiés. Enfin, le risque d'incendie est géré à l'aide de dispositifs techniques (portes coupe-feu, clapets, détecteurs, équipements d'intervention, etc.) et d'une organisation limitant la présence de matières calorifiques. La formation du personnel et une organisation rigoureuse sont, par ailleurs, des facteurs essentiels pour garantir la maîtrise de ces quatre principaux risques.

Les laboratoires d'essais sur les combustibles et les matériaux

Une partie de ces laboratoires, exploités par le CEA, permet de réaliser diverses expérimentations sur les matériaux ou combustibles irradiés. Certains programmes de recherche ont, par exemple, pour objectif de permettre un taux de combustion plus élevé des combustibles ou d'améliorer leur sûreté. Certaines de ces installations sont également exploitées pour des activités de préparation et de reconditionnement de combustibles.

Appartiennent à cette catégorie de laboratoires :

- le laboratoire d'examen des combustibles actifs ([LECA](#)), situé à Cadarache, et son extension, la station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement ([STAR](#)), qui constitue l'INB 55 ;
- le laboratoire d'études et de fabrication de combustibles nucléaires avancés ([Lefca](#), INB 123), situé à Cadarache ;
- le laboratoire d'essais sur combustibles irradiés ([LECI](#), INB 50), situé à Saclay.

Les laboratoires de recherche et de développement (R&D)

Des activités de R&D sont aussi menées pour l'industrie nucléaire dans des laboratoires sur les nouvelles technologies, notamment concernant le développement de nouveaux combustibles, leur recyclage ou encore la gestion des déchets ultimes.

L'atelier alpha et le laboratoire pour les analyses de transuraniens et études de retraitement ([Atalante](#), INB 148), situés à Marcoule et exploités par le CEA, assurent un appui technique à Orano Cycle pour optimiser le fonctionnement des usines de La Hague. Des travaux expérimentaux y sont menés pour la qualification du comportement des matrices de verres nucléaires afin de garantir les propriétés de confinement sur le long terme des colis de déchets de haute activité.

L'usine de production de radioéléments artificiels

L'usine de production de radioéléments artificiels ([UPRA](#)), située à Saclay et exploitée par CIS bio international, est une installation nucléaire conçue sur les mêmes principes qu'un laboratoire (zones dédiées permettant la manipulation et des expérimentations de substances radioactives, à l'aide de moyens de manutention adaptés), destinée à la fois à mener des activités de recherche et à mettre au point des radionucléides à usage médical. CIS bio international est une filiale du groupe Curium, fabricant de produits radiopharmaceutiques.

1.2.2 Les accélérateurs de particules

Certains [accélérateurs de particules](#) sont des INB. Ces installations utilisent des champs électriques ou magnétiques pour accélérer des particules chargées. Les faisceaux de particules accélérées produisent des champs importants de rayonnements ionisants, activant les matériaux en contact, qui émettent alors des rayonnements ionisants, même après l'arrêt des faisceaux. L'exposition aux rayonnements ionisants constitue donc le risque principal de ce type d'installations.

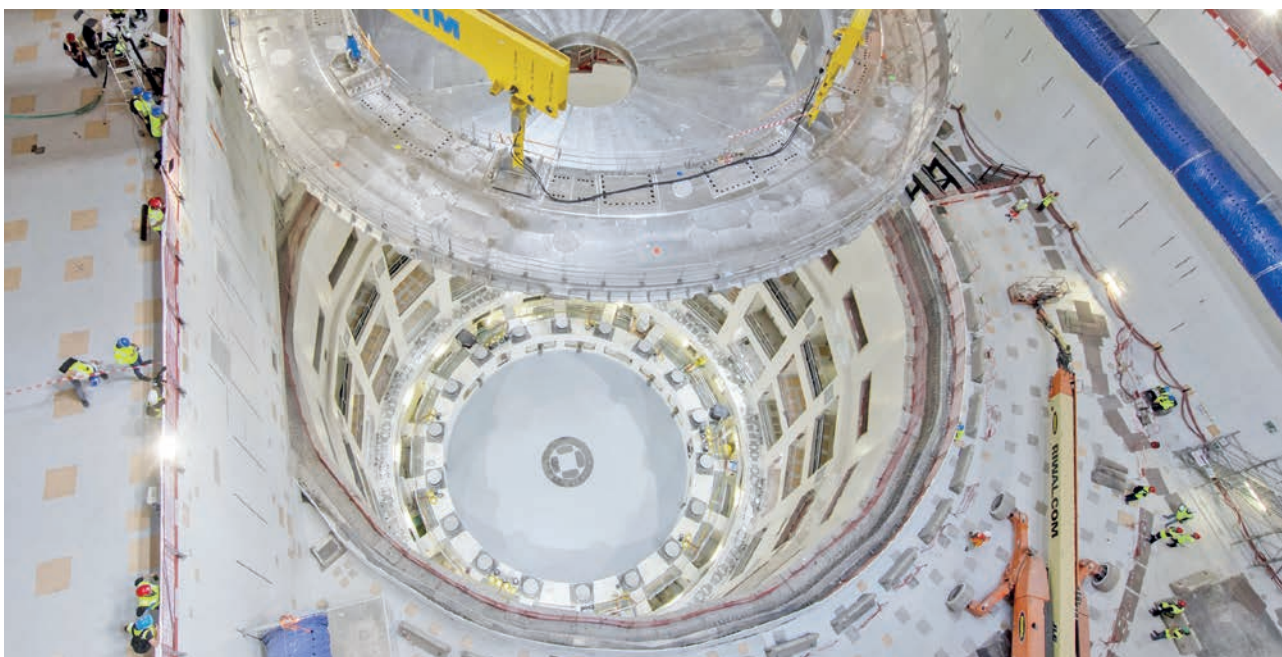
Le Ganil

Le grand accélérateur national d'ions lourds ([Ganil](#), INB 113), situé à Caen, permet de mener des travaux de recherche fondamentale et appliquée, notamment en physique atomique et en physique nucléaire. Cette installation de recherche produit, accélère et distribue des faisceaux d'ions à différents niveaux d'énergie pour étudier la structure de l'atome.

Le CERN

Située entre la France et la Suisse, le [CERN](#) est une organisation internationale dont la mission est de mener à bien des programmes de recherche fondamentale à caractère purement scientifique concernant les particules de haute énergie. Le CERN

Installation ITER – base du cryostat en cours de descente dans le Tokamak



n'exploite pas un seul accélérateur de particules pour étudier la structure de la matière, mais toute une chaîne de dispositifs (appelés parfois injecteurs). Cette chaîne comprend actuellement plusieurs accélérateurs linéaires et circulaires. Du fait de sa nature extraterritoriale, le CERN fait l'objet de [modalités de vérifications particulières](#) de la part des autorités de sûreté française et suisse.

1.2.3 Les installations industrielles d'ionisation

Les [installations industrielles d'ionisation](#), dénommées irradiateurs, utilisent les rayons gamma émis par des sources scellées de cobalt-60 afin d'irradier des cibles dans des cellules d'irradiation. Ces cellules d'irradiation sont dimensionnées avec des épaisseurs de murs et de vitres importantes, afin de protéger les opérateurs contre les rayonnements ionisants. Les sources scellées sont soit en position basse, entreposées en piscine sous une épaisseur d'eau qui garantit la protection des travailleurs, soit en position haute pour irradier le matériel cible. L'exposition du personnel aux rayonnements ionisants constitue le risque principal dans ces installations.

Les principales applications des irradiateurs sont la stérilisation de dispositifs médicaux, de produits agroalimentaires et de matières premières pharmaceutiques. Les irradiateurs peuvent aussi permettre l'étude de comportement des matériaux sous rayonnements ionisants, notamment pour qualifier des matériaux pour l'industrie nucléaire.

Ces irradiateurs sont utilisés par :

- le groupe Ionisos, qui exploite trois installations situées à [Dagneux](#) (INB 68), [Pouzauges](#) (INB 146) et [Sablé-sur-Sarthe](#) (INB 154) ;
- le groupe Steris, qui exploite les installations [Gammaster](#) (INB 147) et [Gammatec](#) (INB 170), à Marseille et à Marcoule ;
- le CEA, qui exploite l'irradiateur [Poséidon](#) (INB 77) sur le site de Saclay.

1.3 Les installations d'entreposage de matières

Les installations d'entreposage de matières, exploitées par le CEA, sont essentiellement consacrées à la conservation de matières uranifères et plutonifères fissiles non irradiées (ou faiblement irradiées) provenant d'autres installations du CEA. Cette activité permet d'alimenter les laboratoires (Atalante, Lefca, etc.) en fonction des expériences. Elles sont devenues, plus récemment, un exutoire temporaire des matières fissiles présentes jusque-là dans des installations désormais à l'arrêt, telles que les réacteurs de recherche (Éole, Minerve, Osiris, Masurca, etc.).

Principes et enjeux de sûreté

Les principaux enjeux inhérents à ces installations sont la prévention de la dispersion de substances radioactives et la maîtrise de la réaction en chaîne (criticité).

La sûreté de ces installations repose sur une succession de barrières physiques statiques (murs et portes des locaux et des bâtiments) pour prévenir la dispersion de substances radioactives. Lors de la réalisation d'opérations sur ces substances, le confinement statique est, par ailleurs, assuré par des dispositifs (boîte à gants, cellule blindée) dans lesquels sont réalisées ces opérations. Ce confinement statique est complété par un confinement dynamique constitué, d'une part, d'une cascade de dépressions entre les locaux présentant des risques de dissémination de substances radioactives, d'autre part, d'une filtration des effluents gazeux rejetés dans l'environnement. La réaction en chaîne est maîtrisée au travers de consignes strictes pour la manipulation, l'entreposage et le suivi des matériaux entreposés.

Les installations d'entreposage dédiées

L'installation [Magenta](#) (INB 169), mise en service en 2011, exploitée par le CEA sur son site de Cadarache, est dédiée à l'entreposage de matières fissiles non irradiées ainsi qu'à la caractérisation, par des mesures non destructives, des matières nucléaires réceptionnées. Elle remplace notamment le magasin central des matières fissiles ([MCMF](#), INB 53), définitivement arrêté fin 2017.

Les locaux d'entreposage de matières dans les INB

D'autres locaux d'entreposage de matières radioactives, situés au sein d'une INB, sont autorisés à entreposer des matières radioactives sur site, mais dans des quantités bien inférieures à

celles entreposées dans Magenta. C'est le cas, par exemple, de l'INB 55, dénommée [STAR](#), qui entrepose des combustibles usés, irradiés à la suite d'un retraitement et/ou d'un conditionnement.

2. Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche : une approche graduée

2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

Le [régime des INB](#) s'applique à plus d'une centaine d'installations en France. Ce régime concerne des installations diverses présentant des enjeux de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement très différents : réacteurs nucléaires de recherche ou électronucléaires, entreposage ou stockage de déchets radioactifs, usines de fabrication ou de traitement de combustibles, laboratoires, installations industrielles d'ionisation, etc.

Les principes de sûreté, appliqués aux installations nucléaires de recherche ou industrielles, sont similaires à ceux adoptés pour les réacteurs électronucléaires et les installations du « cycle du combustible », tout en tenant compte de leurs spécificités en matière de risques et d'inconvénients. L'ASN a mis en œuvre une approche proportionnée à l'importance des risques ou inconvénients présentés par l'installation. À cet égard, l'ASN a réparti les installations qu'elle contrôle en trois catégories, de 1 à 3 par ordre décroissant d'importance des risques et inconvénients qu'elles présentent pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement ([décision n° 2015-DC-0523 de l'ASN du 29 septembre 2015](#)). Cette classification des INB permet d'adapter le contrôle des installations et ainsi renforcer celui des installations à enjeux importants, en matière d'inspections et d'instructions menées par l'ASN. À titre d'exemples, les réacteurs de recherche RHF et Cabri sont respectivement classés en catégories 1 et 2, et l'accélérateur de particules Ganil est classé en catégorie 3.

2.2 Les réexamens périodiques

Le [code de l'environnement](#) impose aux exploitants de réaliser, tous les 10 ans, un [réexamen périodique](#) de leur installation. Ce réexamen périodique permet d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser les risques ou inconvénients inhérents à l'installation en tenant compte notamment de son état, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. Ils sont ainsi l'occasion de remises à niveau ou d'améliorations dans des domaines où les exigences de sûreté ont évolué, notamment la résistance au séisme, la protection contre l'incendie et le confinement.

À ce jour, l'ensemble des installations nucléaires de recherche et installations diverses a fait l'objet d'un réexamen périodique. En effet, pour les installations qui n'avaient pas encore fait l'objet d'un premier réexamen, le [décret du 2 novembre 2007](#) imposait aux exploitants de remettre, au plus tard en novembre 2017, un premier rapport de réexamen. Par la suite, l'ASN a mis en œuvre un mode d'instruction adapté aux enjeux des installations : certaines installations méritent une attention particulière au regard des risques qu'elles présentent ; d'autres installations, présentant moins d'enjeux, font l'objet d'inspections et d'instructions dont l'ampleur est adaptée. L'instruction technique de l'ensemble de ces rapports de réexamen nécessitera plusieurs années compte tenu des spécificités propres à chacune des installations concernées.

À titre d'exemple, le CEA a transmis, le 1^{er} novembre 2017, 16 rapports de réexamen périodique à l'ASN. Le CEA a, par la suite, informé l'ASN qu'il souhaite lisser la charge liée à ces réexamens, au regard de son organisation et de ses moyens, en anticipant la remise de rapport de réexamen de certaines installations dans la prochaine décennie. L'ASN est favorable à cette démarche.

L'ASN a poursuivi en 2020 des inspections sur site consacrées spécifiquement au réexamen périodique des installations. Elle constate que le CEA s'approprie mieux désormais les problématiques liées au réexamen, grâce à la mise en œuvre, sur chaque site, d'une organisation transverse dédiée à ce processus.

2.3 Le retour d'expérience de Fukushima

À la suite de l'accident de la centrale nucléaire de [Fukushima](#), l'ASN a lancé une démarche d'évaluation complémentaire de sûreté ([ECS](#)) des installations nucléaires. La démarche consiste à évaluer les marges de sûreté dont disposent les installations pour résister à des pertes d'alimentation électrique ou de refroidissement et à des agressions naturelles extrêmes.

L'ASN a prescrit en mai 2011 de procéder à des ECS pour les INB présentant les risques les plus importants au regard de l'accident de Fukushima (lot 1). Pour les INB du CEA (Masurca, Osiris et RJH) et du RHF de l'ILL du lot 1, l'ASN a prescrit, en 2012, au vu des conclusions des ECS, la mise en place de dispositions organisationnelles et matérielles adaptées, appelées « [noyau dur](#) ». L'ASN constate notamment que des travaux d'ampleur sur le réacteur de recherche RHF ont été menés rapidement de manière satisfaisante, avec notamment la construction de nouveaux locaux de gestion de crise robustes, un renforcement de l'étanchéité du bâtiment réacteur en cas d'inondation extrême et l'implantation ou la modification de circuits de sauvegarde permettant de prévenir des risques liés à la perte de refroidissement.

La démarche des ECS s'est poursuivie pour un deuxième groupe de 22 installations (lot 2) présentant des enjeux de sûreté moins importants. Parmi elles se trouvent l'UPRA, des installations de recherche du CEA (Atalante, Cabri, LECA et Orphée) et ITER. Les moyens de gestion de crise des centres du CEA de Cadarache, de Marcoule et de Saclay ont été examinés dans le cadre des ECS de ce deuxième lot. L'ASN a prescrit en 2015 la mise en œuvre de nouveaux moyens pour la gestion de crise, notamment la construction ou le renforcement de centres de crise « noyau dur » résistants à des conditions climatiques extrêmes. Elle constate que ces projets ont pris du retard sur l'ensemble des centres du CEA, pour des raisons diverses et que les échéances initialement prescrites n'ont pas été respectées. Concernant le centre de Cadarache, l'ASN a accepté la demande de report d'échéance de construction des bâtiments de gestion de crise, dans la mesure où le risque principal pris en compte pour le site est associé au réacteur de recherche RJH, dont la mise en service est retardée. Pour le centre de Saclay, après mise en demeure de l'ASN le 6 septembre 2019, le CEA a transmis le dossier justifiant le dimensionnement des futurs bâtiments de gestion de crise en décembre 2019, pour une mise en service prévue fin 2021. Enfin, pour le centre de Marcoule, l'ASN est toujours en attente des

compléments sur la tenue des bâtiments actuels de gestion de crise (confinement, accessibilité, opérabilité, habitabilité, etc.).

Enfin, parmi la trentaine d'autres installations LUDD (laboratoires, usines, démantèlement et déchets) présentant les enjeux de sûreté les plus faibles (lot 3), l'ASN a prescrit, en 2013, aux installations du CEA (Lefca, LECI, Poséidon, Magenta et STAR), au Ganil et aux irradiateurs du groupe Ionisos et Steris, un calendrier de remise des rapports ECS qui s'étendait jusqu'en 2020. Pour ces installations, les ECS seront instruites dans le cadre du réexamen périodique, comme c'est le cas actuellement pour les irradiateurs du groupe Ionisos.

CHAPITRE 13

LE DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE



1 Le cadre juridique et technique du démantèlement P.344

- 1.1 Les enjeux du démantèlement
- 1.2 La doctrine de l'ASN en matière de démantèlement
 - 1.2.1 Le démantèlement immédiat
 - 1.2.2 L'assainissement complet
- 1.3 L'encadrement du démantèlement
- 1.4 Le financement du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs

2 La situation des installations nucléaires en démantèlement : enjeux spécifiques P.347

- 2.1 Les réacteurs électronucléaires
 - 2.1.1 Les réacteurs électronucléaires à eau sous pression
 - 2.1.2 Les réacteurs électronucléaires autres que les réacteurs à eau sous pression
- 2.2 Les installations de recherche
 - 2.2.1 Les laboratoires de recherche
 - 2.2.2 Les réacteurs de recherche
- 2.3 Les installations de l'amont du « cycle du combustible nucléaire »
- 2.4 Les installations de l'aval du « cycle du combustible nucléaire »
- 2.5 Les installations support (entreposage, traitement des effluents et de déchets radioactifs)

3 Les actions de l'ASN dans le champ des installations en démantèlement : une approche graduée P.352

- 3.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations
- 3.2 Le retour d'expérience de Fukushima
- 3.3 Les réexamens périodiques des installations en démantèlement
- 3.4 Financement du démantèlement : avis de l'ASN sur les rapports triennaux

4 Évaluation des stratégies de démantèlement des exploitants P.353

- 4.1 Évaluation de la stratégie d'EDF
- 4.2 Évaluation de la stratégie d'Orano
- 4.3 Évaluation de la stratégie du CEA

Annexe P.355

Liste des installations nucléaires de base en cours de démantèlement ou déclassées au 31 décembre 2020

Le démantèlement des installations nucléaires de base

Le terme de [démantèlement](#) couvre l'ensemble des activités, techniques et administratives, réalisées après l'arrêt définitif d'une installation nucléaire à l'issue desquelles l'installation peut être déclassée, opération administrative consistant à retirer l'installation de la liste des installations nucléaires de base (INB). Ces activités comprennent l'évacuation des [matières radioactives et des déchets](#) encore présents dans l'installation et les opérations de démontage des matériels, composants et équipements utilisés pendant le fonctionnement. L'exploitant procède, ensuite, à l'assainissement des locaux et des sols et réalise, éventuellement, des opérations de destruction de structures de génie civil.

Les opérations de démantèlement et d'assainissement visent à atteindre un état final prédéfini pour lequel la totalité des substances dangereuses, y compris non radioactives, a été évacuée de l'installation nucléaire.

Le démantèlement d'une installation nucléaire est prescrit par décret pris après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Cette phase de vie des installations est caractérisée

par une succession d'opérations souvent longues, coûteuses, produisant des quantités massives de déchets. Les installations en démantèlement subissent des changements continus, qui modifient la nature des risques et constituent des défis pour les exploitants en matière de gestion de projet.

En 2020, 36 installations nucléaires de tout type (réacteurs de production d'électricité ou de recherche, laboratoires, usine de retraitement de combustible, installations de traitement de déchets, etc.) étaient arrêtées ou en cours de démantèlement en France, ce qui correspond à plus du quart des INB en exploitation. L'ASN instruit, au 31 décembre 2020, 18 dossiers de démantèlement d'installation définitivement arrêtée, dont le démantèlement n'a pas été encore prescrit ou dont les conditions de démantèlement sont substantiellement modifiées.

L'année 2020 a notamment été marquée par l'arrêt des deux réacteurs de la centrale nucléaire de Fessenheim d'EDF en février et juin 2020, suivi du dépôt du dossier de démantèlement de l'INB.

1. Le cadre juridique et technique du démantèlement

1.1 Les enjeux du démantèlement

La réalisation dans les délais des opérations de démantèlement, souvent longues et coûteuses, constitue un défi pour les exploitants en matière de gestion de projet, de maintien des compétences ainsi que de coordination des différents travaux, qui font intervenir de nombreuses entreprises spécialisées. En effet, le démantèlement est plutôt caractérisé par une succession d'opérations que par un état de production, et donc par des risques évolutifs. Certains risques, notamment le risque de rejets importants hors du site, diminuent car la quantité de substances radioactives diminue. Mais les travaux réalisés, parfois au plus près des substances radioactives, présentent des enjeux de radioprotection importants pour les travailleurs. D'autres risques augmentent, comme le risque de dissémination de substances radioactives dans l'environnement ou certains risques classiques, comme les risques de chutes de charges liées aux manutentions de gros composants sur des chantiers en hauteur, d'incendies ou de brûlures lors de travaux par points chauds avec présence de matériaux combustibles, d'anoxie lors de chantiers confinés, d'instabilité de structures partiellement démontées, de risques chimiques durant les opérations de décontamination.

L'un des enjeux majeurs du démantèlement d'une installation est lié à la production d'un grand volume de [déchets](#) au regard de celui lié au fonctionnement. Il est nécessaire d'apprécier l'ampleur et la difficulté des travaux dès que possible dans la

vie des installations (dès la conception si possible), afin d'assurer le démantèlement des installations en toute sûreté et dans des délais aussi courts que possible.

Le bon déroulement des opérations de démantèlement est également conditionné par la disponibilité des installations « support » au démantèlement (installations d'entreposage, de traitement et de conditionnement des déchets, installations de traitement d'effluents) et de filières de gestion adaptées à l'ensemble des déchets susceptibles d'être produits. Lorsque la disponibilité des exutoires finaux aux dates annoncées est remise en cause, les exploitants, de façon prudente, doivent mettre en place les installations nécessaires à l'entreposage sûr de leurs déchets, dans l'attente de l'ouverture de la filière de stockage correspondante. Ce point fait d'ailleurs l'objet de prescriptions dans le [décret du 23 février 2017](#) établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2016-2018 ([PNGMDR](#)) (voir chapitre 14).

L'ASN considère ainsi que la gestion des déchets issus des opérations de démantèlement constitue un point crucial pour le bon déroulement des programmes de démantèlement (disponibilité des filières, gestion des flux de déchets). Ce sujet fait l'objet d'une attention particulière lors de l'évaluation des stratégies de démantèlement et de gestion des déchets établies par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), EDF et Orano (voir point 4).

Les démantèlements des installations anciennes du CEA et des usines de première génération d'Orano (en particulier les usines qui ont concouru à la politique de dissuasion de la France, comme les usines de diffusion gazeuse de l'installation nucléaire de base secrète (INBS, périmètre défense) de Pierrelatte au Tricastin et l'usine UP1 de l'INBS de Marcoule) vont conduire à une production très importante de déchets de très faible activité (TFA). Cette production importante dans les décennies à venir, non anticipée et incompatible avec le dimensionnement actuel du Cires⁽¹⁾, a conduit aux travaux d'un groupe de travail du PNGMDR, dont sont issues plusieurs pistes de réflexion, parmi lesquelles la création d'un nouveau stockage centralisé, le recyclage éventuel de certains déchets ou leur stockage sur place. L'ASN a pris position en 2020 sur les études transmises à ce sujet par les exploitants (voir chapitre 14).

1.2 La doctrine de l'ASN en matière de démantèlement

De nombreux facteurs peuvent influencer le choix d'une stratégie de démantèlement plutôt qu'une autre : la réglementation nationale, les facteurs socio-économiques, le financement des opérations, la disponibilité de filières d'élimination de déchets, de techniques de démantèlement, de personnel qualifié, du personnel présent lors de la phase de fonctionnement, l'exposition du personnel et du public aux rayonnements ionisants induits par les opérations de démantèlement, etc. Ainsi, les pratiques et la réglementation diffèrent d'un pays à l'autre.

1.2.1 Le démantèlement immédiat

Le principe de démantèlement dans des délais aussi courts que possible figure dans la réglementation applicable aux INB ([arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB). Ce principe, affirmé depuis 2009 par l'ASN en matière de démantèlement et de déclassement des INB, a été inscrit au niveau législatif par la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Cette stratégie permet notamment de ne pas faire porter le poids du démantèlement sur les générations futures, sur les plans technique et financier. Elle permet également de bénéficier des connaissances et compétences des équipes présentes pendant le fonctionnement de l'installation, indispensables notamment lors des premières opérations de démantèlement.

La stratégie adoptée en France vise à ce que :

- l'exploitant prépare le démantèlement de son installation dès la conception de celle-ci ;
- l'exploitant anticipe le démantèlement et envoie son dossier de démantèlement avant l'arrêt du fonctionnement de son installation ;
- l'exploitant dispose de ressources financières pour assurer le financement du démantèlement, en couvrant les charges qu'il anticipe par des actifs dédiés ;
- les opérations de démantèlement se déroulent « dans un délai aussi court que possible » après l'arrêt de l'installation, délai qui peut néanmoins varier de quelques années à quelques décennies selon la complexité de l'installation.

1.2.2 L'assainissement complet

Les opérations de démantèlement et d'assainissement d'une installation nucléaire doivent conduire progressivement à l'élimination des substances dangereuses, en particulier les substances

radioactives issues des phénomènes d'activation ou de dépôt, et d'éventuelles migrations de la contamination, dans les structures des locaux de l'installation, voire dans les sols du site, en vue du déclassement de l'installation.

La démarche de référence de l'ASN, déclinée dans sa doctrine, demande que les exploitants mettent en œuvre des pratiques de démantèlement et d'assainissement, tenant compte des meilleures connaissances scientifiques et techniques du moment et dans des conditions économiques acceptables, visant à atteindre un état final pour lequel la totalité des substances dangereuses et radioactives a été évacuée de l'INB. Dans l'hypothèse où, en fonction des caractéristiques de la pollution, cette démarche poserait des difficultés de mise en œuvre, l'ASN considère que l'exploitant doit aller aussi loin que raisonnablement possible dans le processus d'assainissement. Il doit en tout état de cause apporter les éléments, d'ordre technique ou économique, justifiant que cette première solution de gestion ne peut être mise en œuvre et que les opérations d'assainissement ne peuvent être davantage poussées avec les meilleures méthodes et techniques d'assainissement et de démantèlement disponibles dans des conditions économiques acceptables.

Conformément aux principes généraux de radioprotection, l'impact dosimétrique du site sur les travailleurs et le public après déclassement doit être aussi faible que raisonnablement possible (principe ALARA⁽²⁾). L'ASN n'est pas favorable à l'introduction de seuils généralisés et considère qu'il est préférable d'adopter une démarche au cas par cas en fonction de la réutilisation du site. En particulier, l'atteinte d'un seuil avec une exposition conduisant à une dose efficace annuelle de 300 microsieverts (µSv) – le tiers de la dose limite annuelle de 1 millisievert (mSv) pour le public –, dans toutes les situations envisagées et envisageables n'est acceptable qu'après la démonstration de la prise en compte d'un processus d'optimisation, conformément aux textes de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) sur la libération inconditionnelle d'un site pollué par des substances radioactives.

L'ASN a ainsi mis à jour et publié en 2016 le guide relatif aux opérations d'assainissement des structures ([Guide n°14](#), disponible sur [asn.fr](#)). Les dispositions de ce guide ont déjà été mises en œuvre dans de nombreuses installations, présentant des caractéristiques variées : réacteurs de recherche, laboratoires, usines de fabrication de combustible, etc. L'ASN a également publié en 2016 un guide relatif à la gestion des sols pollués dans les installations nucléaires ([Guide n°24](#), disponible sur [asn.fr](#)).

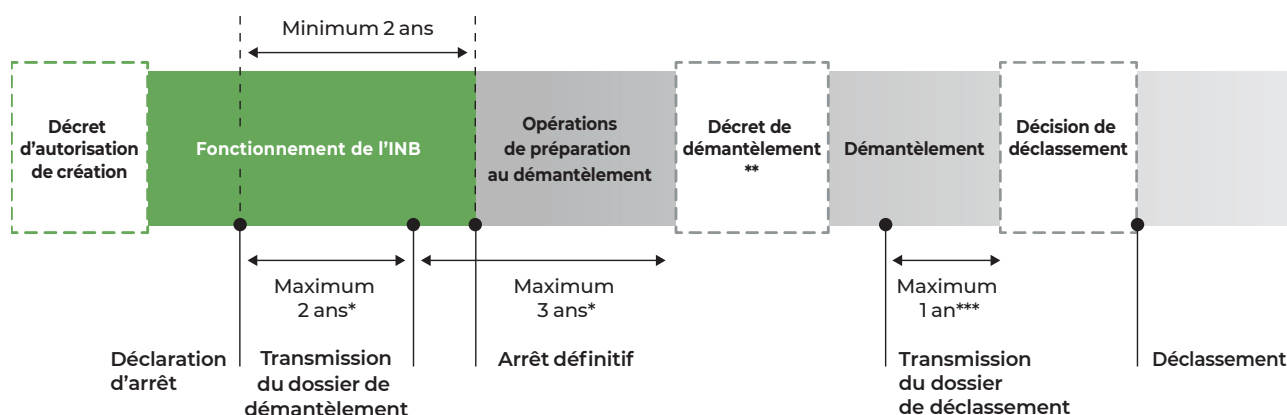
1.3 L'encadrement du démantèlement

Dès lors qu'une INB est définitivement arrêtée, celle-ci doit être démantelée. Elle change donc de finalité par rapport à ce pour quoi sa création a été autorisée, le décret d'autorisation de création spécifiant notamment les conditions de fonctionnement de l'installation. Par ailleurs, les opérations de démantèlement impliquent une évolution des risques présentés par l'installation. En conséquence, ces opérations ne peuvent être réalisées dans le cadre fixé par le décret d'autorisation de création. Le démantèlement d'une installation nucléaire est donc prescrit par un nouveau décret, pris après avis de l'ASN. Ce décret fixe, entre autres, les principales étapes du démantèlement, la date de fin du démantèlement et l'état final à atteindre. Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN vérifie la bonne mise en œuvre des opérations de démantèlement telles que prescrites par le décret de démantèlement.

1. Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) de Morvilliers (Aube), ainsi dénommé depuis octobre 2012. Il a été mis en service en 2003 sous le nom de centre de stockage des déchets de très faible activité (CSTFA).

2. Principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable – au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre).

Phases de vie d'une installation nucléaire de base



* Délai prorogeable de 2 ans dans certains cas.

** Le décret de démantèlement prend effet à la date à laquelle l'ASN approuve la révision des règles générales d'exploitation et au plus tard un an après la publication du décret.

*** Délai prorogeable d'un an.

Afin d'éviter le fractionnement des projets de démantèlement et d'améliorer leur cohérence d'ensemble, le dossier de démantèlement doit décrire explicitement l'ensemble des travaux envisagés, depuis l'arrêt définitif jusqu'à l'atteinte de l'état final visé, et expliciter, pour chaque étape, la nature et l'ampleur des risques présentés par l'installation ainsi que les moyens mis en œuvre pour les maîtriser. Ce dossier fait l'objet d'une enquête publique.

Compte tenu du fait que les opérations de démantèlement des installations complexes sont souvent très longues, le décret prescrivant le démantèlement peut prévoir qu'un certain nombre d'étapes feront l'objet, le moment venu, d'un accord préalable de l'ASN, sur la base de dossiers de sûreté spécifiques.

Le schéma ci-dessus décrit la procédure réglementaire associée.

L'exploitant doit justifier dans son dossier de démantèlement que les opérations de démantèlement seront réalisées dans un délai aussi court que possible.

La phase de démantèlement peut être précédée d'une étape de préparation au démantèlement, réalisée dans le cadre de l'autorisation d'exploitation initiale. Cette phase préparatoire permet notamment l'évacuation d'une partie des substances radioactives et chimiques, ainsi que la préparation des opérations de démantèlement (aménagement de locaux, préparation de chantiers, formation des équipes, etc.). C'est également lors de cette phase préparatoire que peuvent être réalisées les opérations de caractérisation de l'installation : cartographies radiologiques, collecte d'éléments pertinents (historique de l'exploitation) en vue du démantèlement. Le combustible d'un réacteur nucléaire peut être évacué lors de cette phase.

Le [code de l'environnement](#) prévoit que la sûreté d'une installation en phase de démantèlement, comme celle de toutes les autres INB, soit réexaminée périodiquement, au moins tous les 10 ans. L'objectif de l'ASN est de s'assurer par ces [réexamens périodiques](#) que l'installation respecte les dispositions de son décret de démantèlement et les exigences de sûreté et de radioprotection associées jusqu'à son déclasser, en appliquant les principes de la [défense en profondeur](#) propres à la sûreté nucléaire.

À l'issue de son démantèlement, une INB peut être déclassée, sur décision de l'ASN homologuée par le ministre chargé de la sûreté nucléaire. Elle est alors retirée de la liste des INB et ne relève

plus du régime concerné. L'exploitant doit notamment fournir, à l'appui de sa demande de déclasser, un dossier comprenant une description de l'état du site après démantèlement (analyse de l'état des sols, bâtiments ou équipements subsistant, etc.) et démontrant que l'état final prévu a bien été atteint. En fonction de l'état final atteint, l'ASN peut conditionner le déclasser d'une INB à la mise en place de servitudes d'utilité publique. Celles-ci peuvent fixer un certain nombre de restrictions d'usage du site et des bâtiments (limitation à un usage industriel, par exemple) ou de mesures de précaution (mesures radiologiques en cas d'affouillement³, etc.).

1.4 Le financement du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs

Le [code de l'environnement](#), dans ses articles L. 594-1 à L. 594-10 et D. 594-1 à D. 594-18, définit le dispositif relatif à la sécurisation des charges nucléaires liées au démantèlement des installations nucléaires, à la gestion des combustibles usés et à la gestion des déchets radioactifs. Ce dispositif est précisé par l'[arrêté du 21 mars 2007](#) relatif à la sécurisation du financement des charges nucléaires.

Il vise à sécuriser le financement des charges nucléaires, en respectant le principe « pollueur-payeur ». Les exploitants nucléaires doivent ainsi prendre en charge ce financement, par la constitution d'un portefeuille d'actifs dédiés, à hauteur des charges anticipées. Ils sont tenus de remettre au Gouvernement des rapports triennaux relatifs à ces charges et des notes d'actualisation annuelles. Le provisionnement se fait sous le contrôle direct de l'État, qui analyse la situation des exploitants et peut prescrire les mesures nécessaires en cas d'insuffisance ou d'inadéquation. La direction générale du trésor (DGT) et la direction générale de l'énergie et du climat (DGE) constituent l'autorité administrative compétente pour ce contrôle. Dans tous les cas, ce sont les exploitants nucléaires qui restent responsables du bon financement de leurs charges de long terme.

Ces charges se répartissent en cinq catégories :

- les charges de démantèlement, hors gestion à long terme des colis de déchets radioactifs ;
- les charges de gestion des combustibles usés, hors gestion à long terme des colis de déchets radioactifs ;

3. L'affouillement est le creusement volontaire d'un sol par extraction de terre en raison de travaux sur un terrain (par exemple creusement des fondations d'une construction).

- les charges de reprise et conditionnement de déchets anciens, hors gestion à long terme des colis de déchets radioactifs ;
- les charges de gestion à long terme des colis de déchets radioactifs ;
- les charges de surveillance après fermeture des stockages.

L'évaluation des charges considérées doit être effectuée selon une méthode reposant sur une analyse des options raisonnablement envisageables pour conduire les opérations, sur le choix prudent d'une stratégie de référence, sur la prise en compte des incertitudes techniques et des aléas de réalisation et sur la prise en compte du retour d'expérience.

2. La situation des installations nucléaires en démantèlement : enjeux spécifiques

À la fin de l'année 2020, 36 installations sont définitivement arrêtées ou en cours de démantèlement en France. Il est prévu qu'une dizaine d'installations supplémentaires soient arrêtées dans les années qui viennent (voir carte ci-après). Ces installations sont très variées (réacteurs électronucléaires, réacteurs de recherche, installations du « cycle du combustible », installations support, etc.) et les enjeux du démantèlement peuvent être très différents d'une installation à l'autre. Ces enjeux sont cependant tous liés à la quantité importante de déchets à gérer pendant le démantèlement. Les enjeux de sûreté et de radioprotection sont d'autant plus élevés que les installations contiennent des déchets historiques ; c'est le cas, en particulier, des anciennes usines de traitement de combustibles irradiés d'Orano Cycle ou des anciennes installations d'entreposage du CEA.

2.1 Les réacteurs électronucléaires

2.1.1 Les réacteurs électronucléaires à eau sous pression

Le premier chantier de démantèlement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression (REP) en France est celui du réacteur [Chooz A](#) (INB 163). Il s'agit d'un modèle réduit par rapport aux 56 réacteurs électronucléaires en fonctionnement. Le démantèlement de Chooz A est autorisé par décret depuis 2007. Il présente quelques difficultés techniques particulières liées à sa construction dans une caverne ; certaines opérations sont plus complexes, telle l'extraction de gros composants comme les générateurs de vapeur. Le démantèlement de la cuve de Chooz A et de ses équipements internes est en cours et devrait se poursuivre dans les délais prescrits par le décret. Le démantèlement des REP est détaillé dans l'encadré ci-après.

2.1.2 Les réacteurs électronucléaires autres que les réacteurs à eau sous pression

Les réacteurs électronucléaires autres que les REP correspondent tous à des prototypes industriels. Ce sont les réacteurs de première génération de type uranium naturel-graphite-gaz ([UNGG](#)) ainsi que le réacteur à eau lourde [EL4-D](#) sur le site de Brennilis, et les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium, [Phénix](#) et [Superphénix](#).

Certains de ces réacteurs sont arrêtés depuis plusieurs décennies, ce qui a conduit à la perte de la connaissance de l'installation et de son exploitation ainsi que des compétences associées à ces réacteurs.

Le démantèlement de ces réacteurs est caractérisé par l'absence de retours d'expérience national et international.

Comme pour les REP, le démantèlement commence par le retrait du combustible nucléaire, qui permet de retirer 99 % de la radioactivité présente dans l'installation. Les puissances thermiques de ces réacteurs étant assez élevées (toutes supérieures

Une convention, signée entre l'ASN et la DGEC, pour le [contrôle des charges de long terme](#) par l'ASN, définit :

- les conditions dans lesquelles l'ASN produit les avis qu'elle est chargée de remettre, en application de l'article D. 594-13 du code de l'environnement, sur la cohérence de la stratégie de démantèlement et de gestion des combustibles usés et déchets radioactifs ;
- les conditions dans lesquelles la DGEC peut faire appel à l'expertise de l'ASN, en application de l'article L. 594-4 du même code.

à 250 megawatts thermiques – MWth), leur démantèlement nécessite la découpe et le retrait de pièces activées du cœur du réacteur. Des moyens téléopérés sont donc mis en œuvre dans ces zones fortement irradiantes. Compte tenu de leur caractère unique, il est nécessaire de concevoir et réaliser des opérations spécifiques et complexes pour les démanteler.

Les réacteurs UNGG ont la particularité d'être des réacteurs de grandes dimensions et très massifs, nécessitant notamment des techniques de découpe et d'accès innovantes, dans des conditions d'irradiation élevées. Le démantèlement de ces réacteurs conduira EDF à gérer des volumes de déchets significatifs. L'exutoire final de certains de ces déchets est en cours de définition, comme les briques de graphite pour lesquelles un stockage adapté aux déchets nucléaires de faible activité à vie longue (FA-VL) est envisagé.

Le démantèlement du réacteur prototype à eau lourde (EL4-D) a été ralenti, d'une part en raison de l'absence de retour d'expérience concernant les techniques de démantèlement à mettre en œuvre, d'autre part en raison d'aléas concernant l'installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés ([Iceda](#), voir le Panorama régional en introduction de ce rapport et le chapitre 14).

Le démantèlement des réacteurs refroidis au sodium (Phénix et Superphénix) n'est confronté à aucun obstacle technologique majeur. Les enjeux spécifiques résident principalement dans la maîtrise du risque d'incendie lié à la présence de sodium et la sûreté de ses procédés de traitement.

2.2 Les installations de recherche

2.2.1 Les laboratoires de recherche

Quatre laboratoires de recherche sont en cours de démantèlement ou en préparation au démantèlement. Il s'agit du laboratoire de haute activité ([LHA](#)) de Saclay (INB 49), du laboratoire de purification chimique ([LPC](#)) de Cadarache (INB 54), de l'atelier des matériaux irradiés ([AMI](#)) de Chinon (INB 94) et du laboratoire dénommé « [Procédé](#) » de Fontenay-aux-Roses (INB 165). Ces laboratoires ont démarré dans les années 1960 ; ils étaient dédiés à la recherche et développement, réalisée en soutien au développement de la filière électronucléaire en France.

De façon générale, les opérations de démantèlement à réaliser dans les laboratoires de recherche avant le déclassement se font en plusieurs étapes :

- l'évacuation des déchets historiques ou anciens ;
- le démontage des équipements électromécaniques et des enceintes de confinement ;
- l'assainissement des structures et des sols pollués par les activités de l'INB, s'il y a lieu.

Le démantèlement des réacteurs à eau sous pression

Le démantèlement des réacteurs à eau sous pression (REP) bénéficie d'un retour d'expérience important, acquis sur de nombreux projets à l'international : dans le monde, 42 réacteurs de ce type sont actuellement en démantèlement, et 6 ont d'ores et déjà été démantelés aux États-Unis. De plus, la conception de ces réacteurs facilite leur démantèlement par rapport à d'autres technologies de réacteur, notamment les réacteurs de première génération uranium naturel-graphite-gaz (UNGG). Le démantèlement de ce type d'installation ne présente ainsi pas d'enjeu technique majeur et sa faisabilité est acquise : selon le retour d'expérience international, la durée des opérations de démantèlement de ces réacteurs est d'environ une vingtaine d'années.

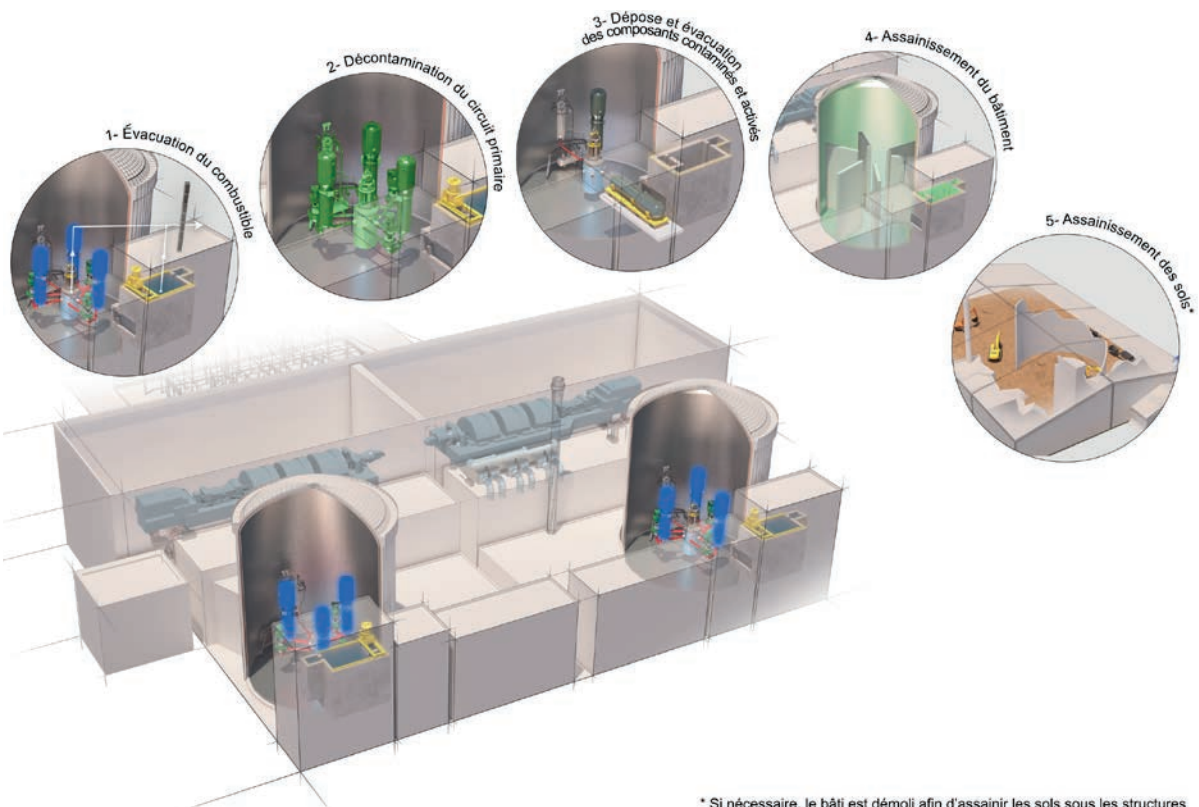
L'îlot nucléaire d'un REP est constitué de trois bâtiments principaux (voir chapitre 10, partie 1) : le bâtiment réacteur, le bâtiment combustible, et le bâtiment des auxiliaires nucléaires, abritant les installations de traitement des effluents, de ventilation et de filtration d'air. L'îlot conventionnel est quant à lui composé d'une salle des machines, abritant la turbine et l'alternateur permettant la production d'électricité.

Le démantèlement des installations nucléaires est précédé par une phase d'opérations préparatoires au démantèlement (OPDEM). Pour un REP, l'opération principale lors de cette phase préparatoire consiste à décharger le combustible du cœur, qui sera entreposé dans la piscine de désactivation, puis évacué de l'installation vers – pour la France – le site de La Hague pour traitement (voir chapitre 11). Le combustible concentre l'essentiel de la radioactivité de l'installation (environ 95%) : son évacuation conduit donc à une diminution notable du risque radiologique. La radioactivité résiduelle se trouve alors principalement dans le

circuit primaire. Dans le cadre du démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim dont les deux réacteurs ont été définitivement arrêtés en 2020 (voir encadré dans le Panorama régional en introduction de ce rapport – région Grand Est), EDF envisage ainsi la décontamination de ce circuit lors des OPDEM, dans le but de diminuer l'exposition radiologique au cours du démantèlement. La phase de préparation au démantèlement comprendra en outre la transformation de la salle des machines en installation de traitement, conditionnement et entreposage des déchets.

Les opérations de démantèlement débutent après la parution du décret de démantèlement, qui prescrit les principales étapes du démantèlement de l'installation. Le démantèlement du bâtiment réacteur débute par la dépose du circuit primaire, puis le démantèlement de la cuve. En parallèle, les circuits des autres bâtiments de l'îlot nucléaire sont également démantelés. Une fois la totalité des matériels démantelés et des déchets évacués, l'exploitant procède à l'assainissement des différents bâtiments, puis à leur démolition en vue du déclassement de l'INB et de la réhabilitation du site.

En France, EDF est l'unique exploitant des REP existants. Leur démantèlement a débuté par celui du réacteur Chooz-A en 2007, un REP de puissance limitée situé dans une caverne. Quelle que soit la durée de vie des réacteurs actuellement en fonctionnement, EDF sera confrontée au démantèlement simultané de plusieurs REP dans les prochaines années. EDF devra donc s'organiser pour industrialiser le démantèlement afin de respecter l'obligation de démantèlement de chaque installation dans un délai aussi court que possible. Le démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim constituera à ce titre un retour d'expérience intéressant.



La déconstruction des structures et du génie civil, s'il y a lieu, peut être réalisée de manière conventionnelle après leur assainissement complet. Néanmoins, dans certains cas de structures très contaminées, il est nécessaire de réaliser cette déconstruction au cours des étapes du démantèlement, leur stabilité ne pouvant plus être garantie une fois qu'elles sont assainies. Dans ce cas, la déconstruction, réalisée avec les techniques spécifiques du nucléaire, est une étape nécessaire au déclassement.

Ces installations très anciennes sont toutes confrontées à la problématique de gestion des déchets dits « historiques », entreposés sur place à une époque où les filières de gestion n'avaient pas été mises en place : déchets nucléaires de moyenne activité à vie longue (MA-VL), déchets sans filière (par exemple : amiante, mercure, etc.). Par ailleurs, des incidents ont eu lieu lors de leur exploitation, contribuant à l'émission de substances radioactives à l'intérieur et à l'extérieur des enceintes de confinement et à des pollutions plus ou moins importantes des structures et des sols, ce qui rend les démantèlements difficiles et longs.

Une des étapes les plus importantes – et parfois difficile du fait d'archives incomplètes – du démantèlement de ce type d'installation, consiste à établir le plus précisément possible l'inventaire des déchets et l'état radiologique de l'installation pour définir les étapes du démantèlement et les filières de gestion des déchets. En effet, des états initiaux incomplets et une caractérisation des déchets insuffisante conduisent à devoir réviser les étapes prévues et à des difficultés de conditionnement des déchets, préjudiciables à l'avancement du démantèlement.

Lorsque les déchets sont évacués, très souvent dans des entreposages intermédiaires, et les principaux équipements démontés à distance avec les moyens de manutention existants, il est le plus souvent nécessaire, pour poursuivre les travaux de démantèlement, d'ouvrir les barrières de confinement des substances radioactives afin d'éliminer les derniers équipements de procédé ou de recherche, ainsi que les tuyauteries, en utilisant, entre autres, des moyens de découpe et des moyens de manutention plus importants. Ces derniers présentent des risques et peuvent conduire à une dissémination de la matière radioactive, source potentielle de contamination interne et externe pour les intervenants qui opèrent au plus près et doivent être protégés. Ces travaux peuvent en outre être réalisés à proximité de sources de rayonnements qui induisent des risques d'exposition externe pour les intervenants.

2.2.2 Les réacteurs de recherche

À la fin de l'année 2020, neuf réacteurs expérimentaux sont définitivement arrêtés : [Rapsodie](#) (réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium), [Masurca](#) (maquette critique), [Phébus](#) (réacteur d'essai), [Osiris](#) et [Orphée](#) (réacteurs de type « piscine »), [Éole](#) et [Minerve](#) (maquettes critiques), [Ulysse](#) et [Isis](#) (réacteurs d'enseignement). Tous sont en phase de préparation au démantèlement, sauf Ulysse, dont les opérations de démantèlement se sont achevées en août 2019. Ces réacteurs sont caractérisés par une puissance plus faible (de 100 watts thermiques à 70 mégawatts thermiques – MWth) que pour les réacteurs électronucléaires. Leur démantèlement n'avait pas été anticipé au moment de leur conception, dans les années 1960 à 1980. Par ailleurs, l'une des problématiques majeures du démantèlement est la mémoire de la conception et de l'exploitation de l'installation. Ainsi, le maintien de compétences et la phase de caractérisation de l'installation visant à définir son état initial (état de l'installation au début du démantèlement) présentent une importance cruciale. Au moment du démantèlement, ces installations présentent généralement un

faible terme source radiologique, puisque l'une des premières opérations consiste à évacuer le combustible usé lors des opérations préparatoires au démantèlement.

Les opérations de démantèlement d'un réacteur de recherche entraînent des risques évoluant rapidement du fait des nombreuses modifications de l'installation : peu à peu, les risques nucléaires laissent place aux risques industriels conventionnels, tels que le risque lié à la gestion de plusieurs chantiers simultanés, ou encore le risque chimique lors de la phase d'assainissement. L'un des principaux enjeux réside cependant dans la production importante de déchets TFA et dans leur gestion, afin d'assurer leur entreposage puis leur élimination par une filière appropriée.

Les réacteurs de recherche bénéficient d'un retour d'expérience significatif, lié au démantèlement de nombreuses installations similaires en France ([Siloé](#), [Siloette](#), [Mélusine](#), [Harmonie](#), Triton⁴), le réacteur universitaire de Strasbourg – [RUS](#)) et à l'international. Leur démantèlement se fait habituellement sur des durées de l'ordre de la dizaine d'années. La majorité de ces réacteurs a été démolie en filière conventionnelle après assainissement.

2.3 Les installations de l'amont du « cycle du combustible nucléaire »

Deux installations de l'amont du « cycle du combustible » en exploitation sont en démantèlement. Elles sont situées sur le site du Tricastin, l'une spécialisée dans l'[enrichissement de l'uranium](#) par [diffusion gazeuse \(INB 93\)](#), l'autre dans la conversion de l'uranium ([INB 105](#)).

Les matières radioactives mises en œuvre lors du fonctionnement de ces usines étaient uniquement des substances uranifères. Une des spécificités de ces installations réside dans la présence de contamination radioactive liée à la présence d'isotopes de l'uranium, émetteurs de particule « alpha ». Les enjeux de radioprotection sont donc en grande partie liés au risque de [contamination interne](#).

Par ailleurs, ces installations sont également des installations anciennes, dont l'historique de fonctionnement est mal connu. La détermination de l'état initial, et notamment des pollutions présentes dans les sols sous les structures, demeure donc un enjeu important. De plus, les procédés industriels mis en œuvre à l'époque impliquaient l'utilisation de substances chimiques toxiques en quantités importantes (uranium, trifluorure de chlore ou fluorure d'hydrogène, par exemple) : le confinement de ces substances chimiques représente donc également un enjeu sur ces installations.

2.4 Les installations de l'aval du « cycle du combustible nucléaire »

Les installations civiles de l'aval du « cycle du combustible » sont constituées des piscines d'entreposage des combustibles usés, des usines de traitement des combustibles usés et des entreposages des déchets du procédé de traitement. Ces installations, exploitées par Orano, sont situées sur le site de [La Hague](#).

La première installation de traitement de La Hague a été mise en service en 1966, initialement pour le traitement du combustible des réacteurs de première génération UNGG. Cette installation, l'INB 33, dénommée [UP2-400](#), pour « unité de production 2-400 tonnes » (la première usine de traitement aujourd'hui en démantèlement est UP1, située dans l'INBS de Marcoule), a été définitivement arrêtée le 1^{er} janvier 2004 avec ses ateliers supports : la station de traitement des effluents [STE2](#) et l'atelier de traitement des combustibles usés [AT1](#) (INB 38), l'atelier

4. Triton fut l'un des premiers réacteurs de recherche très compacts et très souples, de type piscine, dénommés « MTR » (Material Test Reactor). Triton (6,5 MWth) fut implanté en 1959, à Fontenay-aux-Roses.



Nouvelle gestion de reprise des déchets à Saclay

L'INB 72, mise en service en 1971, regroupe les installations d'entreposage et de traitement des déchets radioactifs solides produits essentiellement par les réacteurs, laboratoires et ateliers implantés sur le centre de Saclay.

À la suite d'une réunion du groupe permanent d'expert en 2009, le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) s'est engagé dans un processus de reprise et d'évacuation des déchets afin de diminuer le terme source de l'installation. Cette démarche complexe, se poursuit actuellement par le projet de reprise et conditionnement des déchets (RCD) de cette installation, qui durera plusieurs décennies. L'INB 72 étant l'une des installations du CEA qui comporte le terme source mobilisable le plus important en cas d'accident, l'évacuation de ce terme source a été classée parmi les priorités une de la stratégie de démantèlement du CEA.

L'opération notable de cette phase de RCD est le futur procédé d'Évacuation des POUbelles de Combustibles (procédé EPOC), dont le projet et la démonstration de sûreté ont été présentés dans le cadre du dossier de démantèlement de l'INB 72 déposé en 2015.

L'objectif de ce procédé est de pouvoir reprendre, caractériser, trier et conditionner des fûts contenant un mélange de déchets et de morceaux de combustibles, actuellement entreposés dans 15 puits du bâtiment 114 ①. Compte tenu de leur état dégradé et de leur contenu, ces 144 fûts ne peuvent être traités par l'installation avec les moyens existants.

EPOC est une chaîne de procédé complexe composée d'une hotte de reprise ②, positionnée au-dessus des puits, permettant d'extraire les fûts à reprendre jusqu'à une cellule blindée de tri et traitement, à l'aide d'un chariot de transfert. L'ensemble «hotte de reprise»,

sert à définir, grâce à une caméra vidéo, l'état du fût puis sa stratégie de reprise, à l'aide de différents outils adaptés à l'état de dégradation du fût. La chaîne blindée, permet de traiter les fûts et de reconditionner les combustibles et les déchets contenus dans les fûts.

La hotte de reprise se positionne sur la plateforme d'accostage ③ verticalement, le fût est descendu dans la «chapelle», puis transféré jusqu'à la cellule de tri dans laquelle le combustible est mis en étui. Cet étui est transféré dans la cellule combustible adjacente et les autres déchets redescendent dans la chapelle pour être traités et conditionnés ④. Les combustibles reconditionnés sont par la suite introduits dans un emballage de transport, pour leur entreposage dans une installation dédiée.

Le poste de maintenance et d'essais ⑤ s'élève sur trois niveaux; il permet la maintenance des équipements de reprise et leur décontamination, ainsi que les essais des ponts des équipements et la formation des opérateurs.

La reprise des fûts se fera différemment selon leur état ⑥. Lorsque le fût est intègre, la hotte de reprise reprend le fût en un seul bloc et le transfère ainsi vers la cellule blindée. Lorsque le fût est dégradé, la hotte de reprise, munie d'un outil spécifique, découpe le couvercle du fût pour reprendre le contenant. Enfin, lorsque les fûts sont en ruine, le CEA a prévu des équipements spécifiques qui vont permettre de découper les différents contenants au sein du puits, ainsi qu'une pince pour récupérer le contenant et le contenu. Tous les débris sont mis dans des petits conteneurs. Une fois remplis, ils sont transférés jusqu'à la chaîne blindée pour être triés et conditionnés. Dans ce cas, le nombre de transferts est élevé, ce qui augmente le temps de reprise. Le désentreposage EPOC débutera ainsi approximativement en 2029, pour une durée évaluée à 15 ans.

La pandémie de Covid-19 a entraîné l'arrêt de nombreux chantiers de démantèlement au printemps 2020, compte tenu des restrictions de déplacement mises en place par le Gouvernement. Certains chantiers critiques de démantèlement et de reprise et conditionnement des déchets (RCD), notamment au sein des installations exploitées par Orano, à l'instar de celui de la cellule « haute activité oxyde » (HAO), ont tout de même pu poursuivre une partie de leurs activités. Ces arrêts ou ralentissements ont entraîné le décalage de quelques mois de l'atteinte de certains jalons, concernant notamment la réalisation de prélèvements ou encore la conduite effective de certaines opérations de démantèlement.

Par ailleurs, le recours généralisé au télétravail a également pu induire un retard dans la réalisation de certaines études ainsi que pour le dépôt de dossiers appelés par la réglementation. À l'issue du premier confinement, la reprise progressive des chantiers interrompus s'est déroulée de façon satisfaisante dans le respect des règles sanitaires en vigueur. Lors du deuxième confinement, les exploitants ont mis en œuvre des protocoles permettant la poursuite des chantiers, en restreignant le nombre de personnes sur site, conformément aux consignes gouvernementales. Ce fonctionnement adapté a permis aux exploitants de limiter les effets de la crise sur le déroulement des opérations de démantèlement.

de fabrication de sources radioactives [ELAN IIB](#) (INB 47) et l'atelier « haute activité oxyde » ([HAO](#)), créé pour le traitement des combustibles des réacteurs à « eau légère » (INB 80).

Contrairement aux déchets conditionnés directement en ligne que produisent les usines en fonctionnement [UP2-800](#) et [UP3-A](#), la majeure partie des déchets produits par la première usine de retraitement ont été entreposés sans être traités ni conditionnés. Le démantèlement se fait donc en parallèle des opérations de reprise et conditionnement des déchets anciens (RCD). Ces déchets sont très irradiants et sont composés d'éléments de structure issus du traitement de combustibles, de déchets technologiques, de gravats, de terres, de boues. Certains déchets ont été entreposés en vrac, sans tri préalable. Les opérations de reprise nécessitent donc des moyens de préhension téléopérés, des systèmes de convoyage, de tri, des systèmes de pompage des boues et de conditionnement des déchets. Le développement de ces moyens et la réalisation des opérations dans des conditions acceptables de sûreté et de radioprotection constituent un enjeu majeur pour l'exploitant. Ces opérations pouvant durer plusieurs décennies, la maîtrise du vieillissement est aussi un défi. Tenant compte des quantités, des formes physico-chimiques, de la radiotoxicité des déchets contenus dans ces ateliers, l'exploitant doit développer des moyens et des compétences faisant appel à des techniques d'ingénierie complexes (radioprotection, chimie, mécanique, électrochimie, robotique, intelligence artificielle, etc.). Actuellement, une dizaine de projets de ce type sont en cours dans les ateliers anciens. Ils vont se dérouler sur plusieurs décennies et sont un préalable au démantèlement complet de ces ateliers, alors que le démantèlement des parties de procédé de l'usine se poursuit avec des techniques plus classiques.

2.5 Les installations support (entreposage, traitement des effluents et de déchets radioactifs)

Un bon nombre de ces installations, la plupart mises en service dans les années 1960, dont le niveau de sûreté n'est pas conforme aux meilleures pratiques actuelles, ont été arrêtées.

S'agissant des anciennes installations d'entreposage, elles n'ont pas initialement été conçues pour permettre l'évacuation de leurs déchets et, pour certaines, le stockage de ces déchets y était envisagé comme définitif. À titre d'exemples, on peut citer les silos de Saint-Laurent-des-Eaux ([INB 74](#)), les silos de l'usine Orano de La Hague (silos 115 et 130 dans l'[INB 38](#), le silo HAO dans l'[INB 80](#)), les fosses et tranchées de l'[INB 56](#), les puits de l'[INB 72](#) et de l'[INB 166](#). La reprise des déchets y est complexe et s'étendra sur plusieurs décennies. Les déchets doivent être

ensuite conditionnés et ré-entreposés dans de bonnes conditions de sûreté. De nouvelles installations de conditionnement et d'entreposage sont ainsi en projet ou en cours de construction.

S'agissant des stations de traitement des effluents (STE), qui procédaient également au conditionnement des concentrats, le vieillissement de ces installations ou l'arrêt du fonctionnement des installations productrices d'effluents a conduit à l'arrêt de ces STE.

À titre d'exemples, on peut citer la station de traitement des effluents et des déchets radioactifs (STED) de Fontenay-aux-Roses, l'INB 37-B de Cadarache, la STE2 de l'usine de La Hague et la STE de Brennilis. Les difficultés associées au démantèlement des STE dépendent étroitement des conditions de l'arrêt de ces dernières, en particulier de leur vidange et du rinçage des cuves.

Les difficultés majeures associées au démantèlement des installations support sont les suivantes :

- la méconnaissance de l'historique d'exploitation et de l'état de l'installation à démanteler, qui nécessite la caractérisation préalable des déchets anciens et des analyses de prélèvement de boues ou dépôts dans les cuves des STE. Cette caractérisation nécessite, d'une part, le développement de méthodes et la mise en œuvre d'équipements spécifiques pour réaliser les prélèvements, d'autre part, la disponibilité de laboratoires d'analyse ;
- la difficulté d'accès aux déchets pour permettre leur reprise, qui n'était pas prise en compte à la conception (silos, tranchées, fosses bétonnées, exigüité des locaux, etc.), nécessitant la construction coûteuse d'infrastructures conformes aux exigences de sûreté actuelles et conduisant à des durées de reprise longues et à des aléas ;
- la prise en compte de la dégradation des barrières de confinement, par exemple la corrosion de fûts de déchets ou de pollution des sols résultant d'événements significatifs survenus lors de l'exploitation.

3. Les actions de l'ASN dans le champ des installations en démantèlement : une approche graduée

3.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

L'ASN assure le contrôle des installations en démantèlement, comme elle le fait pour les installations en fonctionnement. En particulier, le [régime des INB](#) s'applique également aux installations arrêtées définitivement. L'ASN a mis en œuvre une approche proportionnée à l'importance des risques ou inconvénients présentés par l'installation. À cet égard, l'ASN a réparti les installations qu'elle contrôle en trois catégories, de 1 à 3 par ordre décroissant d'importance des risques et inconvénients qu'elles présentent pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement ([décision n° 2015-DC-0523 de l'ASN du 29 septembre 2015](#)). Cette classification des INB permet d'adapter le contrôle des installations et ainsi renforcer celui des installations à enjeux importants en matière d'inspections et d'instructions menées par l'ASN.

Les enjeux associés à ces installations en démantèlement diffèrent de ceux en fonctionnement. Par exemple, les risques de rejets importants hors du site diminuent avec l'avancement du projet de démantèlement car la quantité de substances radioactives décroît. Les exigences associées aux dispositifs permettant de maîtriser les risques induits par les opérations de démantèlement ont donc tendance à décroître avec l'avancement des projets de démantèlement. L'ASN considère qu'il n'est généralement pas opportun d'engager des travaux de renforcement aussi importants sur une installation en démantèlement que sur une installation en fonctionnement, à condition que le démantèlement soit effectivement réalisé et qu'il conduise à une réduction des sources de danger dans des délais courts.

3.2 Le retour d'expérience de Fukushima

Afin de prendre en compte le retour d'expérience de [l'accident nucléaire survenu à la centrale nucléaire de Fukushima](#), au Japon, l'ASN a demandé aux exploitants d'INB de procéder à des évaluations complémentaires de sûreté ([ECS](#)), y compris pour les installations en démantèlement.

La démarche des ECS a été cadencée en trois lots en fonction des enjeux de sûreté des installations. Les installations en démantèlement sont essentiellement dans les lots 2 et 3.

Pour les installations du lot 2, les évaluations post-Fukushima ont conduit l'ASN à demander l'évacuation de substances radioactives ou des renforcements des moyens de gestion de crise sur des centres qui présentent souvent aussi des installations en fonctionnement (voir chapitres 11 et 12).

Pour les installations civiles en démantèlement, les principaux enjeux concernent les installations du site de La Hague. Par exemple, l'exploitant a mis en place des dispositions opérationnelles pour l'extinction d'un incendie dans le silo 130 à la suite d'un séisme « noyau dur »⁵. Le silo 115 doit également faire l'objet d'une sécurisation incendie ; l'ASN a demandé à l'exploitant d'étudier des dispositions permettant d'accélérer la mise en œuvre de ce programme.

La prise en compte du retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima pour les installations présentant des risques plus limités est évaluée par l'ASN à l'occasion des réexamens périodiques. Enfin, les installations dont le déman-

tèlement est très avancé et le déclassement proche ne justifiaient pas de procéder à des ECS.

3.3 Les réexamens périodiques des installations en démantèlement

L'examen de conformité vise notamment à s'assurer que les évolutions de l'installation dues aux travaux de démantèlement ou à son vieillissement ne remettent pas en cause sa conformité aux dispositions prévues dans les textes réglementaires et son référentiel technique.

Compte tenu de la diversité des installations et des situations concernées, chaque réexamen demande une instruction spécifique de l'ASN. L'ASN met en œuvre un mode d'instruction adapté aux enjeux des installations : certaines installations méritent une attention particulière au regard des risques qu'elles présentent et peuvent faire l'objet d'un examen par le Groupe permanent d'experts pour les démantèlements ([GPDEM](#)) mis en place en 2018. D'autres installations, présentant moins d'enjeux, font l'objet d'inspections et d'instructions dont l'ampleur est adaptée.

Lorsqu'une installation est à l'arrêt définitif et que son dossier de démantèlement doit être transmis au ministre chargé de la sûreté nucléaire et à l'ASN, le dépôt simultané du dossier de démantèlement et du rapport de conclusion du réexamen est une bonne pratique. L'instruction des deux dossiers peut ainsi être menée de manière conjointe sur la base de scénarios techniques cohérents.

En 2020, l'ASN a poursuivi l'instruction des rapports de réexamen d'une vingtaine d'installations en démantèlement reçus depuis 2015. Des inspections sur le thème du réexamen périodique ont eu lieu en 2020 sur trois installations en démantèlement. Ces inspections permettent de contrôler les moyens mis en œuvre par l'exploitant pour mener son réexamen ainsi que le suivi du plan d'action résultant de ses conclusions. Elles ont fait l'objet de différentes demandes d'actions correctives et de compléments.

3.4 Financement du démantèlement : avis de l'ASN sur les rapports triennaux

Le cadre réglementaire de la sécurisation des fonds nécessaires à la gestion des charges de long terme pour le démantèlement et la gestion des déchets est présenté au point 1.4.

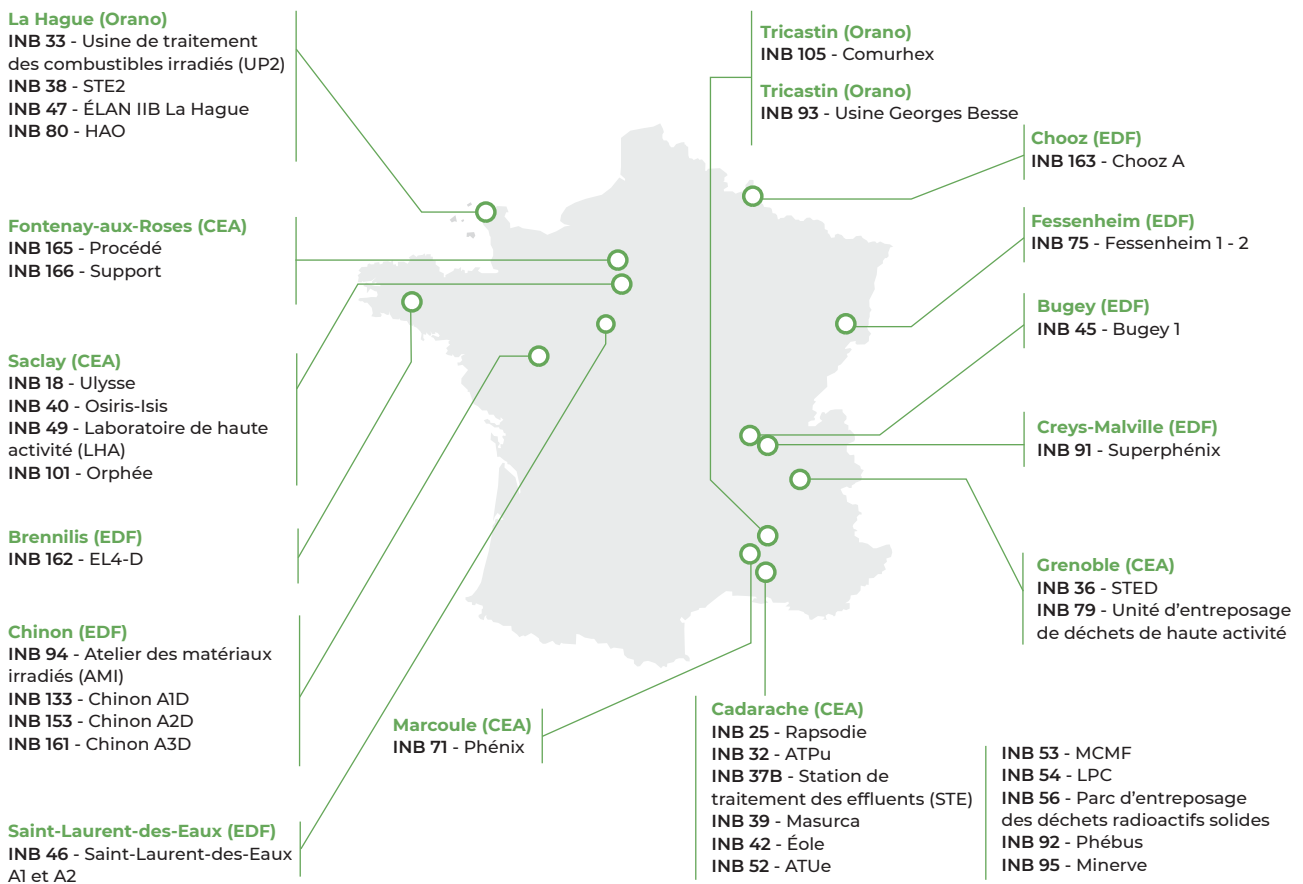
Le 13 août 2020, l'ASN a publié [l'avis n° CODEP-CLG-2020-040124 du 6 août 2020](#) relatif à l'instruction des rapports triennaux remis en 2019 par les exploitants, portant sur les comptes clôturés fin 2018.

L'ASN relève que le périmètre d'évaluation des charges reste incomplet, et n'indique pas certaines opérations à forts enjeux financiers. En particulier, les exploitants sont imprécis sur le financement des opérations préparatoires au démantèlement, et ne prennent pas en compte la caractérisation et la gestion des pollutions des sols et des structures, les opérations d'assainissement complet, ainsi que les coûts des travaux pour maintenir les installations sur l'ensemble de leur durée de vie dans l'évaluation des coûts.

En outre, l'ASN souligne que les hypothèses retenues pour l'évaluation des coûts complets doivent être réévaluées, afin d'être raisonnablement prudentes pour ce qui concerne la planification des projets et programmes de démantèlement, en tenant compte

5. Séisme pris en compte pour les équipements constituant le « noyau dur » des installations. Le terme de « noyau dur » a été défini après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima afin d'identifier des équipements ultimes permettant la maîtrise des fonctions vitales de sûreté en cas de situation extrême (séisme, vents, tornade, inondations extrêmes, etc.).

Carte des installations définitivement arrêtées ou en cours de démantèlement au 31 décembre 2020



des risques liés à l'indisponibilité des installations d'entreposage, de traitement et de stockage.

De plus, l'ASN estime que les prévisions de coûts à terminaison des projets doivent être plus détaillées et mieux justifiées, notamment au regard de l'avancement constaté des projets, les retards pris dans les calendriers de démantèlement pouvant renchérir les coûts à terminaison.

Enfin, l'ASN considère que les hypothèses d'évaluation de la gestion des matières et déchets radioactifs proposées ne

sont pas suffisamment prudentes. Ainsi, elles n'incluent pas systématiquement la gestion des stockages historiques, ni les incertitudes concernant la gestion des déchets FA-VL. De même, les exploitants ont tendance à surestimer les perspectives de valorisation de certaines matières et à sous-estimer les actions à mener vis-à-vis des déchets bitumés.

L'ASN a instruit en 2020 l'actualisation de ces rapports triennaux, et a transmis en 2021 ses observations au ministère chargé de l'environnement.

4. Évaluation des stratégies de démantèlement des exploitants

Dans un contexte où de nombreuses installations sont arrêtées depuis plusieurs décennies, avec une connaissance de l'installation et de son historique d'exploitation partiellement perdue, des structures vieillissantes et parfois une quantité importante de déchets encore présente, l'avancement des projets de démantèlement fait partie des enjeux majeurs pour la sûreté des installations arrêtées. Or, l'ASN a constaté que la plupart des projets de démantèlement prenaient des retards importants. L'ASN demande donc au CEA, EDF et Orano de présenter périodiquement leur stratégie de démantèlement et de gestion des déchets radioactifs, ce qui permet de disposer d'une vision intégrée des projets de démantèlement, et des exutoires disponibles ou à créer pour l'évacuation des déchets produits pendant les opérations de démantèlement.

En ce qui concerne le démantèlement, les exploitants doivent notamment justifier, principalement par des analyses de sûreté, les opérations prioritaires. Cette hiérarchisation permet de

contrôler que les moyens les plus importants seront consacrés aux opérations à plus fort enjeu, même si certains projets connaissent des retards importants.

En ce qui concerne la gestion des déchets radioactifs, l'ASN vérifie la cohérence avec le cadre réglementaire et les orientations du [PNGMDR](#). L'ASN examine tout particulièrement les parades en cas d'aléas sur une installation de gestion des déchets et la crédibilité des échéances annoncées par les exploitants. Elle s'assure que les exploitants anticipent les études de sûreté des colis et de faisabilité des procédés de conditionnement. L'ASN contrôle également la disponibilité des filières de déchets envisagées ainsi que des moyens support (emballages de transport, installations de traitement et d'entreposage, etc.) qui conditionnent en pratique la pérennité de la stratégie de démantèlement.

L'ASN a pris position en 2019 sur les [dossiers de stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA](#). En 2020,

l'ASN a prescrit à EDF, par décision, le dépôt des dossiers de démantèlement des réacteurs UNGG ainsi que l'encadrement des opérations à réaliser dans les prochaines années (voir les Faits marquants 2020 en introduction de ce rapport) compte tenu de l'instruction du changement de [stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG d'EDF](#). L'ASN a également poursuivi l'instruction des dossiers de stratégie de démantèlement et de gestion des déchets d'Orano. Le contexte et les premières conclusions des instructions menées sont détaillés ci-après.

4.1 Évaluation de la stratégie d'EDF

Le premier dossier relatif à la stratégie de démantèlement des réacteurs définitivement à l'arrêt d'EDF (Chinon A1, A2, A3, Saint-Laurent A1 et A2, Bugey 1, EL4-D, Chooz A et Superphénix) a été transmis en 2001 à la demande de l'ASN. Le démantèlement immédiat avait été retenu comme stratégie de référence. Cette stratégie a été régulièrement mise à jour, afin notamment d'ajuster le calendrier de démantèlement, d'y intégrer les études complémentaires demandées par l'ASN et des éléments relatifs au démantèlement futur du parc de réacteurs en fonctionnement.

Pour les six réacteurs de première génération de type UNGG (Chinon A1-A2 et A3, Saint-Laurent A1 et A2 et Bugey 1), EDF a annoncé à l'ASN, en mars 2016, un changement complet de stratégie remettant en cause le principe retenu (« sous eau ») pour réaliser le démantèlement de ces réacteurs et le cadencement des démantèlements, conduisant ainsi à retarder le démantèlement de l'ensemble des réacteurs UNGG de plusieurs décennies (voir Faits marquants). Les délais de démantèlement présentés par EDF ont vocation à être réinterrogés périodiquement par l'ASN et pourront être revus s'il apparaît dans les décennies à venir que des optimisations de ce scénario sont possibles. Cette stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG est encadrée par deux [décisions n° 2020-DC-0686 et n° CODEP-CLG-2020-021253 de l'ASN](#), publiées le 3 mars 2020.

Ces décisions fixent les prochaines étapes nécessaires au changement de stratégie de démantèlement : le dépôt des dossiers de démantèlement correspondant à ces nouvelles techniques de démantèlement, la définition d'une stratégie robuste de gestion des déchets, les opérations de démantèlement à poursuivre et la mise en service d'un démonstrateur industriel, ainsi que les informations à transmettre à l'ASN pour contrôler la mise en œuvre effective de la stratégie.

L'ASN considère qu'il est justifié qu'EDF développe un démonstrateur industriel avant le démantèlement des caissons des réacteurs, mais qu'il convient néanmoins que le démantèlement des différents réacteurs soit engagé dans des délais raisonnables au regard de l'obligation de démantèlement dans des délais aussi courts que possible.

Concernant les autres installations d'EDF arrêtées (notamment Chooz A, l'AMI Chinon, EL4-D, Superphénix), leur démantèlement est en cours et l'obligation d'un démantèlement dans un délai aussi court que possible est globalement respectée.

4.2 Évaluation de la stratégie d'Orano

Le démantèlement d'installations anciennes constitue un enjeu majeur pour Orano, qui doit mener, à court, moyen et long termes, plusieurs projets de démantèlement de grande envergure (usine UP2-400 de La Hague, usine Eurodif Production, installations individuelles de l'INBS de Pierrelatte, etc.). La mise en œuvre du démantèlement est étroitement liée à la stratégie de gestion des

déchets radioactifs, compte tenu de la quantité et du caractère non standard et difficilement caractérisable des déchets produits lors des opérations antérieures d'exploitation ainsi que les opérations actuelles de démantèlement.

Par ailleurs, Orano doit réaliser, dans des installations anciennes d'entreposage, des opérations particulières de RCD. Des échéances de réalisation ont été prescrites par l'ASN, en particulier pour le site de La Hague. La réalisation de ces opérations de RCD conditionne, par ailleurs, la progression du démantèlement sur l'usine UP2-400, la RCD figurant parmi les premières étapes du démantèlement de l'usine. Les chantiers de RCD revêtent une importance particulière, compte tenu de l'inventaire de substances radioactives présentes et du caractère ancien des installations les entreposant, qui ne répondent plus aux normes de sûreté actuelles. Les projets de RCD se caractérisent, de plus, par une complexité importante du fait des interactions avec les usines en fonctionnement et le site.

Orano a transmis en juin 2016, à la demande de l'ASN et de l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets. Le dossier comprend également la déclinaison de cette stratégie sur les sites de La Hague et du Tricastin. Le site du Tricastin inclut une INBS, d'où une démarche de contrôle conjointe d'Orano par l'ASN et l'ASND, qui a mobilisé une expertise importante pour l'instruction conjointe de cette stratégie. Les deux autorités estiment qu'Orano doit renforcer sa capacité à prioriser les opérations en fonction des enjeux des installations à démanteler et à en maîtriser les délais. Par ailleurs, les moyens humains et techniques d'Orano doivent être renforcés pour respecter les échéances des opérations.

4.3 Évaluation de la stratégie du CEA

Compte tenu du nombre et de la complexité des opérations à réaliser pour l'ensemble des installations nucléaires concernées, le CEA vise, en priorité, à réduire le « terme source mobilisable »⁽⁶⁾ actuellement très important dans certaines installations, en particulier dans certaines installations individuelles de l'INBS de Marcoule ainsi que dans les INB 72 et 56.

Dans leur [lettre de position du 27 mai 2019](#), l'ASN et l'ASND ont considéré qu'il était acceptable, compte tenu des moyens alloués par l'État, et du nombre important d'installations en démantèlement, pour lesquelles des capacités de reprise de déchets anciens, ainsi que d'entreposage, devront être construites, que le CEA envisage un échelonnement des opérations de démantèlement et que la priorité soit accordée aux installations aux plus forts enjeux de sûreté. Les autorités ont depuis constaté des évolutions dans les calendriers de RCD présentés par le CEA, notamment des reports d'échéance concernant la gestion des déchets, y compris pour des opérations considérées comme prioritaires. L'ASN, l'ASND et la DGEC seront attentives à ce sujet en 2021 lors de l'instruction des dossiers remis par le CEA, et s'assureront du bon avancement des opérations prioritaires, en diligentant en particulier des inspections ciblées sur la gestion des projets de RCD et de démantèlement des installations précitées.

Concernant les installations classées comme étant de priorité moindre, l'ASN et l'ASND ont également constaté en 2020 des reports importants de certaines échéances de démantèlement annoncées par l'exploitant. Les autorités se prononceront sur les justifications apportées par le CEA sur ces reports lors de la réception des dossiers de démantèlement des installations.

6. Le terme source mobilisable (TSM) correspond à la quantité d'activité susceptible d'être impliquée dans un incident ou un accident. Il est établi à partir du « terme source » (activité de l'ensemble des substances radioactives présentes dans l'installation), pondéré par des facteurs liés à :
 - la dispersabilité de la matrice (en fonction du blocage ou non des substances radioactives dans les matériaux et de la nature de la matrice de blocage) ;
 - l'efficacité des barrières de confinement (en fonction de la tenue au séisme du bâtiment et de la disponibilité opérationnelle ou non de la ventilation) ;
 - la sensibilité du « terme source » aux risques externes (le scénario accidentel retenu est un séisme cumulé à un incendie) ;
 - la radiotoxicité de l'inventaire (spectre β - γ , tritium α).

Annexe

Liste des installations nucléaires de base en cours de démantèlement ou déclassées au 31 décembre 2020

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
IDE Fontenay-aux-Roses (FAR)	(ex-INB 10)	Réacteur (500 kWth)	1960	1981	1987: retiré de la liste des INB	Démantelé
Triton FAR	(ex-INB 10)	Réacteur (6,5 MWth)	1959	1982	1987: retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Démantelé
ZOÉ FAR	(ex-INB 11)	Réacteur (250 kWth)	1948	1975	1978: retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Confiné (musée)
Minerve FAR	(ex-INB 12)	Réacteur (0,1 kWth)	1959	1976	1977: retiré de la liste des INB	Démonté à FAR et remonté à Cadarache
EL2 Saclay	(ex-INB 13)	Réacteur (2,8 MWth)	1952	1965	Retiré de la liste des INB	Partiellement démantelé, parties restantes confinées
EL3 Saclay	(ex-INB 14)	Réacteur (18 MWth)	1957	1979	1988: retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Partiellement démantelé, parties restantes confinées
Mélusine Grenoble	(ex-INB 19)	Réacteur (8 MWth)	1958	1988	2011: retiré de la liste des INB	Assaini
Siloé Grenoble	(ex-INB 20)	Réacteur (35 MWth)	1963	2005	2015: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Silhouette Grenoble	(ex-INB 21)	Réacteur (100 kWth)	1964	2002	2007: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Peggy Cadarache	(ex-INB 23)	Réacteur (1 kWth)	1961	1975	1976: retiré de la liste des INB	Démantelé
César Cadarache	(ex-INB 26)	Réacteur (10 kWth)	1964	1974	1978: retiré de la liste des INB	Démantelé
Marius Cadarache	(ex-INB 27)	Réacteur (0,4 kWth)	1960 à Marcoule, 1964 à Cadarache	1983	1987: retiré de la liste des INB	Démantelé
Le Bouchet	(ex-INB 30)	Traitement de minerais	1953	1970	Retiré de la liste des INB	Démantelé
Gueugnon	(ex-INB 31)	Traitement de minerais	1965	1980	Retiré de la liste des INB	Démantelé
STED FAR	(ex-INB 34)	Traitement des déchets solides et liquides	Avant 1964	2006	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 166
STED Cadarache	(ex-INB 37)	Transformation de substances radioactives	1964	2015	2015: retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 37-A et 37-B
Harmonie Cadarache	(ex-INB 41)	Réacteur (1 kWth)	1965	1996	2009: retiré de la liste des INB	Destruction du bâtiment, servitudes
ALS	(ex-INB 43)	Accélérateur	1958	1996	2006: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Réacteur universitaire de Strasbourg	(ex-INB 44)	Réacteur (100 kWth)	1967	1997	2012: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Saturne	(ex-INB 48)	Accélérateur	1966	1997	2005: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Attila ^(*) FAR	(ex-INB 57)	Pilote de retraitement	1968	1975	2006: retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 165 et 166
LCPu FAR	(ex-INB 57)	Laboratoire de chimie du plutonium	1966	1995	2006: retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 165 et 166
BAT 19 FAR	(ex-INB 58)	Métallurgie du plutonium	1968	1984	1984: retiré de la liste des INB	Démantelé
RM2 FAR	(ex-INB 59)	Radio-métallurgie	1968	1982	2006: retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 165 et 166
LCAC Grenoble	(ex-INB 60)	Analyse de combustibles	1975	1984	1997: retiré de la liste des INB	Démantelé
LAMA Grenoble	(ex-INB 61)	Laboratoire	1968	2002	2017: retiré de la liste des INB	Assaini
SICN Veurey-Voroize	(ex-INB 65 et 90)	Usine de fabrication de combustibles	1963	2000	2019: retiré de la liste des INB	Bâtiments déconstruits, servitudes d'utilité publique

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
STEDs FAR	(ex-INB 73)	Entreposage de décroissance de déchets radioactifs	1971	2006	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 166
ARAC Saclay	(ex-INB 81)	Fabrication d'assemblages combustibles	1981	1995	1999: retiré de la liste des INB	Assaini
LURE	(ex-INB 106)	Accélérateurs de particules	De 1956 à 1987	2008	2015: retiré de la liste des INB	Assaini-SUP ^(***)
IRCA	(ex-INB 121)	Irradiateur	1983	1996	2006: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(**)
FBFC Pierrelatte	(ex-INB 131)	Fabrication de combustible	1990	1998	2003: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(**)
Magasin d'uranium Miramas	(ex-INB 134)	Magasin de matières uranifères	1964	2004	2007: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(**)
SNCS Osmanville	(ex-INB 152)	Ionisateur	1983	1995	2002: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(**)
Ulysse Saclay	18	Réacteur (100 kWth)	1967	2007	2014: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Rapsodie Cadarache	25	Réacteur (40 MWth)	1967	1983		Préparation au démantèlement
ATPu Cadarache	32	Usine de fabrication de combustibles	1962	2003	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Usine de traitement des combustibles irradiés (UP2) (La Hague)	33	Transformation de substances radioactives	1964	2004	2013: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement partiel	En cours de démantèlement partiel
STED et Unité d'entreposage de déchets de haute activité (Grenoble)	36 et 79	Station de traitement de déchets et entreposage de déchets	1964/1972	2008	2008: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
STE de Cadarache	37-B	Station de traitement des effluents (partie non pérenne de l'ex-INB 37)	2015	2016		Préparation au démantèlement
STE2 (La Hague)	38	Station de traitement d'effluents	1964	2004	2013: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement partiel	En cours de démantèlement
Masurca	39	Réacteur (5 kWth)	1966	2018		Préparation au démantèlement
Osiris-Isis	40	Réacteur (70 MWth)	1966	2015		Préparation au démantèlement
Éole	42	Réacteur (1 kWth)	1965	2017		Préparation au démantèlement
Bugey 1	45	Réacteur (1 920 MWth)	1972	1994	2008: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Saint-Laurent-des-Eaux A1	46	Réacteur (1 662 MWth)	1969	1990	2010: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Saint-Laurent-des-Eaux A2	46	Réacteur (1 801 MWth)	1971	1992	2010: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
ÉLAN IIB La Hague	47	Fabrication de sources de césium-137	1970	1973	2013: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Laboratoire de haute activité (LHA) Saclay	49	Laboratoire	1960	1996	2008: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
ATUe Cadarache	52	Traitement d'uranium	1963	1997	2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
MCMF	53	Entreposage de substances radioactives	1968	2017		Préparation au démantèlement
LPC Cadarache	54	Laboratoire	1966	2003	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
Phénix Marcoule	71	Réacteur (536 MWth)	1973	2009	2016: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Centrale nucléaire de Fessenheim	75	Réacteur (1 800 MWth)	1977	2020	2020: mise à l'arrêt définitif	Préparation au démantèlement
Atelier HAO (La Hague)	80	Transformation de substances radioactives	1974	2004	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Superphénix Creys-Malville	91	Réacteur (3 000 MWth)	1985	1997	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Phébus	92	Réacteur (40 MWth)	1978	2017		Préparation au démantèlement
Eurodif	93	Transformation de substances radioactives	1979	2012	2020: décret de démantèlement	En cours de démantèlement partiel
AMI Chinon	94	Utilisation de substances radioactives	1964	2015	2020: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Minerve	95	Réacteur (100 Wth)	1977	2017		Préparation au démantèlement
Orphée	101	Réacteur (14 MWth)	1980	2019	2019: mise à l'arrêt définitif	Préparation au démantèlement
Comurhex Tricastin	105	Usine de transformation chimique de l'uranium	1979	2009	2019: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Chinon A1D (ex-Chinon A1)	133 (ex-INB 5)	Réacteur (300 MWth)	1963	1973	1982: décret de confinement de Chinon A1 et de création de l'INB d'entreposage Chinon A1 D	Partiellement démantelé, modifié en INB d'entreposage des déchets laissés en place. Préparation au démantèlement complet
Chinon A2 D (ex-Chinon A2)	153 (ex-INB 6)	Réacteur (865 MWth)	1965	1985	1991: décret de démantèlement partiel de Chinon A2 et de création de l'INB d'entreposage Chinon A2 D	Partiellement démantelé, modifié en INB d'entreposage des déchets laissés en place. Préparation au démantèlement complet
Chinon A3 D (ex-Chinon A3)	161 (ex-INB 7)	Réacteur (1360 MWth)	1966	1990	2010: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
EL4-D (ex-EL4 Brennilis)	162 (ex-INB 28)	Réacteur (250 MWth)	1966	1985	1996: décret de démantèlement et de création de l'INB d'entreposage EL4-D 2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement 2007: décision du Conseil d'État annulant le décret de 2006 2011: décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement partiel. Préparation au démantèlement complet
Centrale nucléaire des Ardennes (ex-Chooz A)	163 (ex-INB 1,2,3)	Réacteur (1 040 MWth)	1967	1991	2007: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Procédé FAR	165	Regroupement des anciennes installations (INB 57 et 59) de recherche concernant les procédés de retraitement	2006	2006	2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Support FAR	166	Regroupement des anciennes installations (INB 34 et 73) de conditionnement et traitement des déchets et des effluents	2006	2006	2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement

* Attila: pilote de retraitement situé dans une cellule de l'INB 57.

** Restriction d'usage conventionnelle au profit de l'État.

*** Servitude d'utilité publique.

CHAPITRE 14

LES DÉCHETS RADIOACTIFS ET LES SITES ET SOLS POLLUÉS



1 Les déchets radioactifs P.360

1.1 La gestion des déchets radioactifs (à l'exception des résidus et stériles miniers)

- 1.1.1 La gestion des déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base
- 1.1.2 La gestion des déchets du nucléaire de proximité, activités autorisées au titre du code de la santé publique
- 1.1.3 La gestion des déchets contenant de la radioactivité naturelle

1.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs

- 1.2.1 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits dans les installations nucléaires de base
- 1.2.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits par les activités autorisées au titre du code de la santé publique
- 1.2.3 L'inventaire national des matières et des déchets radioactifs
- 1.2.4 Le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs

1.3 La gestion à long terme des déchets, installations de stockage existantes ou en projet

- 1.3.1 Les déchets de très faible activité
- 1.3.2 Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte
- 1.3.3 La gestion des déchets de faible activité à vie longue
- 1.3.4 La gestion des déchets de haute et de moyenne activité à vie longue

1.4 Les installations supports à la gestion des déchets radioactifs

2 La sûreté nucléaire des installations associées à la gestion des déchets, rôle de l'ASN et stratégies de gestion des déchets des grands exploitants nucléaires P.370

2.1 Nature du contrôle et actions de l'ASN

- 2.1.1 L'approche graduée
- 2.1.2 Le contrôle du conditionnement des colis
- 2.1.3 L'élaboration de recommandations pour une gestion durable des déchets
- 2.1.4 L'élaboration du cadre réglementaire et des prescriptions aux exploitants
- 2.1.5 L'évaluation des charges financières nucléaires
- 2.1.6 L'action internationale de l'ASN dans le domaine des déchets

2.2 Les réexamens périodiques des installations de gestion des déchets radioactifs

- 2.2.1 Réexamens des installations supports à la gestion des déchets radioactifs
- 2.2.2 Réexamens des installations de stockage des déchets radioactifs

2.3 Stratégie de gestion des déchets du CEA et appréciation de l'ASN

2.4 Stratégie de gestion des déchets d'Orano et appréciation de l'ASN

2.5 Stratégie de gestion des déchets d'EDF et appréciation de l'ASN

3 La gestion des résidus de traitement et des stériles miniers issus des anciennes mines d'uranium P.375

4 La gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives P.376

Les déchets radioactifs et les sites et sols pollués

Ce chapitre présente le rôle et les actions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en matière de [gestion des déchets radioactifs](#), ainsi qu'en matière de [gestion des sites et sols pollués](#) par des substances radioactives. Il décrit, en particulier, les actions menées pour définir et fixer les grandes orientations de la gestion des déchets radioactifs.

Selon l'[article L. 542-1-1 du code de l'environnement](#), les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée, ou qui ont été requalifiées comme telles par l'autorité administrative en application de l'[article L. 542-13-2 de ce même code](#). Ils proviennent d'activités nucléaires traitant des substances radioactives artificielles ou naturelles, à partir du moment où cette radioactivité justifie la mise en place de contrôles de radioprotection.

Un site pollué par des substances radioactives est un site, abandonné ou en exploitation, sur lequel des substances radioactives, naturelles ou artificielles, ont été ou sont mises en œuvre ou entreposées dans des conditions telles que le site peut présenter des risques pour la santé ou l'environnement. La pollution par des substances radioactives peut résulter d'activités industrielles, artisanales, médicales ou de recherche.

Le 21 février 2020, à la suite des conclusions du débat public qui s'était déroulé en 2019, la ministre de la Transition écologique et le président de l'ASN ont publié une décision annonçant les [orientations pour la 5^e édition du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs](#) (PNGMDR). L'ASN a également publié, au second semestre 2020 et début 2021, ses avis, par filière de gestion, sur les études remises dans le cadre du PNGMDR 2016-2018.

En 2019, l'[ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire de défense \(ASND\) avaient pris position](#) conjointement sur la stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), transmise en 2016. En 2020, l'ASN et l'ASND, en lien avec la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), ont engagé une démarche de suivi de la mise en œuvre de cette stratégie.

Enfin, l'ASN a poursuivi en 2020 en lien avec l'ASND, l'instruction du dossier de stratégie de démantèlement et de gestion des déchets d'Orano. Afin de s'assurer de la capacité d'Orano à respecter les échéances de sa stratégie, elle a mené en 2019 et 2020 une démarche innovante d'inspection de gestion de projet.

1. Les déchets radioactifs

Conformément aux dispositions du code de l'environnement, les producteurs de combustibles usés et de déchets radioactifs sont responsables de ces substances, sans préjudice de la responsabilité de leurs détenteurs en tant que responsables d'activités nucléaires. Les déchets radioactifs doivent être gérés selon des modalités spécifiques. Les producteurs de déchets doivent poursuivre un objectif de minimisation du volume et de la nocivité de leurs déchets, en amont lors de la conception et de l'exploitation des installations, et en aval lors de la gestion des déchets, par un tri, un traitement et un conditionnement adaptés.

Les [déchets radioactifs](#) sont très divers par leur radioactivité (activité massique, nature du rayonnement, durée de vie) et leur forme (ferrailles, gravats, huiles, etc.).

Deux paramètres principaux permettent d'apprécier le risque radiologique qu'ils représentent : d'une part, l'activité, qui contribue à la toxicité du déchet, d'autre part, la période radioactive des radionucléides présents dans les déchets, qui détermine la durée pendant laquelle ces déchets doivent être confinés. On distingue ainsi, d'une part, des déchets de très faible, faible, moyenne ou haute activité, d'autre part, des déchets de très courte durée de vie (radioactivité divisée par deux en moins de 100 jours) issus principalement des activités médicales, des déchets à vie courte (contenant majoritairement des radionucléides dont la

radioactivité est divisée par deux en moins de 31 ans) et des déchets à vie longue (qui contiennent une quantité importante de radionucléides dont la radioactivité est divisée par deux en plus de 31 ans).

Chaque type de déchet nécessite la mise en place d'une filière de gestion adaptée et sûre, afin de maîtriser les risques qu'ils présentent, notamment le risque radiologique.

1.1 La gestion des déchets radioactifs (à l'exception des résidus et stériles miniers)

La gestion des déchets radioactifs est définie à l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement. Celle-ci regroupe toutes les activités liées à la manipulation, au prétraitement, au traitement, au conditionnement, à l'entreposage et au stockage des déchets radioactifs, à l'exclusion du transport hors site.

L'ASN contrôle les activités liées à la gestion des déchets radioactifs relevant des installations nucléaires de base (INB) ou du nucléaire de proximité, à l'exception de celles liées à la défense nationale, contrôlées par l'ASND, et de celles relevant du statut des installations classées pour la protection de l'environnement ([ICPE](#)), placées sous le contrôle des préfets.

TABLEAU 1

Classification des déchets radioactifs⁽¹⁾

		DÉCHETS DITS À VIE TRÈS COURTE CONTENANT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE < 100 JOURS	DÉCHETS DITS À VIE COURTE DONT LA RADIOACTIVITÉ PROVIENT PRINCIPALEMENT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE ≤ 31 ANS	DÉCHETS DITS À VIE LONGUE CONTENANT MAJORITAIREMENT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE > 31 ANS
0 Bq/g ^(*)		Gestion par décroissance radioactive sur le site de production 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)	Stockage à faible profondeur (à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)
Très faible activité (TFA)			Stockage de surface (centre de stockage des déchets de l'Aube)	
CENTAINES Bq/g ^(*)		Moyenne activité (MA)	Stockage en couche géologique profonde (en projet dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)	
MILLIONS Bq/g ^(*)				
MILLIARDS Bq/g ^(*)		Non applicable^(**)		

(*) Becquerel par gramme (Bq/g).

(**) Les déchets de haute activité à vie très courte n'existent pas.

1.1.1 La gestion des déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base

Deux secteurs économiques contribuent majoritairement à la production des déchets radioactifs dans les INB.

Le secteur électronucléaire, d'une part, comprend les 19 centrales nucléaires d'EDF ainsi que les usines d'Orano et de Framatome dédiées à la fabrication et au retraitement du combustible nucléaire. L'exploitation des centrales nucléaires produit du combustible usé, dont une partie est retraitée pour séparer les substances valorisables des produits de fission ou des actinides mineurs qui sont des déchets. Des déchets radioactifs sont également produits lors des activités de fonctionnement et de maintenance des centrales nucléaires et des usines de traitement du combustible, à l'instar des déchets de structure, des coques et embouts constituant la gaine du combustible nucléaire, ainsi que des déchets technologiques, ou encore des déchets issus du traitement des effluents comme les boues bitumées. Par ailleurs, le démantèlement des installations est à l'origine de la production de déchets radioactifs.

Le secteur de la recherche, d'autre part, inclut la recherche dans le domaine du nucléaire civil, et notamment les activités de recherche des laboratoires et réacteurs du CEA, mais également d'autres organismes de recherche. Des déchets radioactifs sont produits lors du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement de ces installations.

Ces déchets radioactifs sont gérés suivant des dispositions spécifiques qui prennent en compte leur caractère radiologique et qui sont proportionnées à leur dangerosité.

1.1.2 La gestion des déchets du nucléaire de proximité, activités autorisées au titre du code de la santé publique

Les enjeux

L'utilisation de sources non scellées⁽²⁾ en médecine nucléaire, en recherche biomédicale ou industrielle, est à l'origine de la production de déchets solides ou liquides : petits matériels de laboratoire employés pour la préparation des sources, matériels médicaux ayant servi à l'administration des injections à des fins diagnostiques ou thérapeutiques, etc. Les effluents liquides radioactifs proviennent également des préparations de sources, ainsi que des patients qui éliminent par les voies naturelles la radioactivité qui leur a été administrée.

La diversité des déchets du nucléaire de proximité, la multiplicité des établissements en produisant ainsi que les enjeux en matière de radioprotection ont conduit les pouvoirs publics à réglementer la gestion des déchets produits par ces activités.

La gestion des sources scellées usagées considérées comme des déchets

Des sources scellées⁽³⁾ sont utilisées pour des applications médicales, industrielles, de recherche et vétérinaires (voir les chapitres 7 et 8). Lorsqu'elles sont usagées, et si leurs fournisseurs n'envisagent aucune réutilisation, elles sont considérées comme des déchets radioactifs et doivent être gérées comme tels.

La gestion des sources scellées considérées comme déchets, et notamment leur stockage, doit prendre en compte la double contrainte d'une activité concentrée et d'un caractère potentiellement attractif en cas d'intrusion humaine après la perte de mémoire d'un stockage. Cette double contrainte limite donc les types de sources acceptables dans les stockages, notamment s'ils sont de surface.

1. Annexe 1 de l'arrêté du 9 octobre 2008 modifié relatif à la nature des informations que les responsables d'activités nucléaires et les entreprises mentionnées à l'article L. 1333-10 du code de la santé publique ont obligation d'établir, de tenir à jour et de transmettre périodiquement à l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra).

2. Source radioactive non scellée : source dont la présentation et les conditions normales d'emploi ne permettent pas de prévenir toute dispersion de substance radioactive.

3. Source radioactive scellée : source dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de matières radioactives dans le milieu ambiant.

1.1.3 La gestion des déchets contenant de la radioactivité naturelle

Certaines activités professionnelles mettant en œuvre des matières premières contenant naturellement des radionucléides qui ne sont pas utilisés pour leurs propriétés radioactives peuvent conduire à concentrer l'activité massique dans les produits, résidus ou déchets qu'elles produisent. On parle de « substance radioactive d'origine naturelle » (SRON) lorsque l'activité de celle-ci dépasse les seuils d'exemption figurant au [tableau 1 de l'annexe 13-8 au code de santé publique](#). Par conséquent, les déchets SRON, pour lesquels aucune utilisation n'est prévue ou envisagée, sont dorénavant considérés comme des déchets radioactifs, au sens de l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement. Les déchets contenant des substances d'origine naturelle, mais ne dépassant pas les seuils d'exemption susmentionnés, sont orientés vers les filières de gestion de déchets conventionnels.

Les déchets SRON, selon leur activité massique, peuvent être stockés dans deux types d'installations :

- dans une installation de stockage de déchets autorisée par arrêté préfectoral, si les conditions d'acceptation prévues par la [circulaire du 25 juillet 2006](#)⁽⁴⁾, relative aux installations de stockages de déchets, relevant des rubriques 2760 de la nomenclature des ICPE, sont remplies ;
- dans le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires)⁽⁵⁾ destiné au stockage des déchets radioactifs de très faible activité.

Certains de ces déchets sont toutefois entreposés dans l'attente d'une filière d'élimination, et notamment de la mise en service d'un centre de stockage des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL).

Quatre installations de stockage de déchets dangereux sont autorisées, par arrêté préfectoral, à accueillir des déchets contenant des SRON.

De plus, à la suite de l'entrée en vigueur au 1^{er} juillet 2018 du [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire, les dispositions du code du travail relatives à la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants s'appliquent également aux activités professionnelles traitant des matières contenant naturellement des substances radioactives, dont font partie les SRON.

1.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs

La gestion des déchets radioactifs s'inscrit dans le cadre général de gestion des déchets défini au [chapitre 1^{er} du titre IV du livre V du code de l'environnement](#) et par ses décrets d'application. Des dispositions particulières relatives aux déchets radioactifs ont été introduites tout d'abord par la [loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991](#) relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs, puis par la [loi de programme n° 2006-739 du 28 juin 2006](#) relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs, dite « loi déchets », qui donne un cadre législatif à la gestion de l'ensemble des matières et des déchets radioactifs. Une grande partie des dispositions de ces lois sont codifiées au [chapitre II du titre IV du livre V du code de l'environnement](#).

La loi du 28 juin 2006 fixe notamment un calendrier pour les recherches sur les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL) et un cadre juridique clair pour sécuriser les fonds nécessaires au démantèlement et à la gestion des déchets radioactifs. Elle prévoit aussi l'élaboration

d'un PNGMDR, qui vise à réaliser périodiquement un bilan et à définir les perspectives de la politique de gestion des substances radioactives. Elle renforce également les missions de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). Enfin, elle interdit le stockage sur le sol français de déchets étrangers, en prévoyant l'adoption de règles précisant les conditions de retour des déchets issus du traitement en France des combustibles usés et des déchets provenant de l'étranger.

Ce cadre a été amendé en 2016, avec la publication de l'[ordonnance n° 2016-128](#) du 10 février 2016 portant diverses dispositions en matière nucléaire, qui a permis de :

- transposer la [directive 2011/70/Euratom](#) du Conseil du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs, tout en réaffirmant l'interdiction de stocker en France des déchets radioactifs en provenance de l'étranger, ainsi que des déchets radioactifs issus du traitement de combustibles usés et de déchets radioactifs provenant de l'étranger, en précisant les conditions d'application de cette interdiction ;
- définir une procédure de requalification des matières en déchets radioactifs par l'autorité administrative ;
- renforcer les sanctions administratives et pénales existantes et prévoir de nouvelles sanctions en cas de non-respect des dispositions applicables en matière de gestion des déchets radioactifs et de combustible usé.

La [loi n° 2016-1015 du 25 juillet 2016](#) précise 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.

1.2.1 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits dans les installations nucléaires de base

En France, la gestion des déchets radioactifs dans les INB est notamment encadrée par l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB, dont le [titre VI est relatif à la gestion des déchets](#).

L'exploitant d'une INB établit un plan de zonage déchets qui permet d'identifier les zones où les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être. Les déchets produits dans ces zones sont, de manière conservatoire, gérés comme s'ils étaient radioactifs et doivent alors être dirigés vers des filières dédiées. Cette absence de seuils de libération pour les déchets issus d'une zone où les déchets sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être constitue une spécificité de la réglementation française. Les déchets issus des autres zones sont, après contrôle de l'absence de radioactivité, dirigés vers des filières autorisées de gestion des déchets dangereux, non dangereux ou inertes, selon les propriétés du déchet.

La réglementation impose également aux exploitants de présenter les déchets produits par 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 par les exploitants doivent consister à réduire le volume et la toxicité radiologique, chimique et biologique des déchets produits, et à réserver, par la valorisation et le traitement de ces déchets, le stockage définitif aux seuls déchets ultimes.

4. Circulaire du 25 juillet 2006 relative aux installations classées – Acceptation de déchets à radioactivité naturelle renforcée ou concentrée dans les centres de stockage de déchets.

5. Cires : ainsi dénommé depuis octobre 2012. Il a été mis en service en 2003 sous le nom de centre de stockage des déchets de très faible activité (CSTFA). Installation soumise à autorisation au titre du régime de la rubrique 2797 des ICPE.

La [décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015](#) précise les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012, notamment concernant :

- les modalités relatives à l'établissement et à la gestion du plan de zonage déchets ;
- le contenu du bilan annuel sur la gestion des déchets qui doit être transmis à l'ASN par chaque installation.

Le [Guide n° 23](#) de l'ASN présente les modalités d'application de cette décision en ce qui concerne l'établissement et la modification du plan de zonage déchets.

À la suite d'une modification des prescriptions du décret procédures, codifié en 2019 dans le code de l'environnement, l'étude sur la gestion des déchets n'est plus requise par la réglementation en tant que document spécifique. Les dispositions qu'elle contenait doivent être à présent reportées dans l'étude d'impact et les règles générales d'exploitation des INB. L'ASN poursuivra en 2021 les travaux d'actualisation de la décision du 21 avril 2015 pour prendre en compte cette évolution réglementaire.

1.2.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits par les activités autorisées au titre du code de la santé publique

L'article R. 1333-16⁽⁶⁾ du code de la santé publique prévoit que la gestion des effluents et des déchets contaminés par des substances radioactives provenant de toutes les activités nucléaires comportant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants doit faire l'objet d'un examen et d'une approbation par les pouvoirs publics. C'est le cas, notamment, des activités mettant en œuvre des substances radioactives destinées à la médecine, à la biologie humaine ou à la recherche biomédicale.

La [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#) fixe les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être, du fait d'une activité nucléaire. Un guide d'application de cette décision ([Guide n° 18](#)) a été publié par l'ASN en janvier 2012. L'ASN fera évoluer ce cadre réglementaire, en intégrant le retour d'expérience de son application et les nouvelles pratiques médicales utilisant des radionucléides.

La gestion des sources scellées usagées

Dans le cadre du [PNGMDR 2016-2018](#), l'Andra a remis mi-2018 un rapport présentant l'état des lieux de la prise en charge des sources scellées usagées considérées comme des déchets dans les centres de stockage existants et en projet.

Par ailleurs, le [décret n° 2015-231 du 27 février 2015](#) permet aux détenteurs de sources scellées usagées de faire appel non seulement à leur fournisseur initial, mais aussi à tout fournisseur autorisé ou, en dernier ressort, à l'Andra pour gérer ces sources. Les détenteurs ne sont par ailleurs plus tenus de démontrer qu'ils ont pris contact avec l'ensemble des fournisseurs avant de solliciter l'Andra. Ces dispositions visaient à diminuer les frais de collecte de ces sources et à assurer une filière de reprise dans toutes les situations. L'ASN a pris position, début 2021, sur la gestion des sources scellées usagées. Elle considère que les sources scellées usagées qui ne sont pas acceptables dans les installations de stockage de surface doivent être intégrées aux inventaires des installations de stockage en projet, et qu'un état des lieux complet des filières de gestion existantes doit être établi, en précisant les responsabilités des différents acteurs. Par ailleurs, elle recommande que la notion de « dernier recours » mentionnée dans le décret n° 2015-231 soit précisée.

La gestion des déchets des activités du nucléaire de proximité par l'Andra

L'article L. 542-12 du code de l'environnement confie à l'Andra une mission de service public pour la gestion des déchets issus du nucléaire de proximité. Depuis 2012, l'Andra dispose, avec le Cires situé sur les communes de Morvilliers et de La Chaise, dans l'Aube, d'un centre de regroupement et d'une installation d'entreposage pour les déchets des petits producteurs hors électronucléaire. L'ASN considère que la démarche engagée par l'Andra est de nature à répondre à la mission qui lui est confiée au titre de l'article L. 542-12 précité et que celle-ci doit être poursuivie.

Néanmoins, les déchets tritiés solides devront être gérés avec les déchets d'[ITER](#) dans un entreposage exploité par le CEA (appelé à ce stade « projet Intermed »). Le retard de calendrier du projet ITER a des conséquences sur le calendrier du projet Intermed et sur la stratégie de gestion des déchets tritiés des petits producteurs. L'Andra, dans son rapport transmis en réponse à l'article 61 de l'arrêté du 23 février 2017, propose d'entreposer ces déchets sur le site du CEA Valduc dans l'attente de la mise en service des installations d'entreposage susmentionnées.

1.2.3 L'inventaire national des matières et des déchets radioactifs

L'article L. 542-12 du code de l'environnement confie à l'Andra la mission d'établir, de mettre à jour tous les 3 ans et de publier l'[inventaire national des matières et déchets radioactifs](#).

La dernière mise à jour a été publiée en 2018. L'inventaire présente des informations relatives aux quantités, à la nature et à la localisation des matières et des déchets radioactifs à la fin 2016, par catégorie et par secteur économique. Un exercice prospectif, plus développé que pour l'édition 2015, a également été réalisé, selon quatre scénarios contrastés de politique énergétique de la France à long terme :

- le scénario de renouvellement du parc électronucléaire français SR1 prend pour hypothèse la poursuite de la production d'électricité d'origine nucléaire, avec une durée de fonctionnement des réacteurs actuels comprise entre 50 et 60 ans, et un renouvellement progressif des réacteurs actuels par des réacteurs européens à eau pressurisée (EPR), puis à neutrons rapides ;
- le scénario de renouvellement du parc électronucléaire français SR2 reprend l'hypothèse du scénario SR1, mais pour une durée de fonctionnement des réacteurs actuels uniforme de 50 ans ;
- le scénario de renouvellement du parc électronucléaire français SR3 reprend l'hypothèse du scénario SR1, mais avec un renouvellement du parc uniquement par des EPR, ce qui implique un retraitement des combustibles à uranium naturel enrichi (UNE) usés uniquement et l'absence de retraitement des combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX) et d'uranium de retraitement enrichi (URE) usés ;
- le scénario de non-renouvellement du parc électronucléaire français (SNR) prend pour hypothèse le non-renouvellement du parc à une échéance de 40 ans de fonctionnement (60 ans pour l'EPR), avec un arrêt anticipé du retraitement des combustibles usés UNE afin de ne pas produire de plutonium séparé et un arrêt du retraitement des combustibles MOX et URE usés.

Cet inventaire constitue une base de données d'entrée pour établir le PNGMDR. Dans son [avis du 8 octobre 2020](#), l'ASN estime nécessaire d'anticiper les conséquences des évolutions possibles de politique énergétique sur la gestion des matières et déchets, et précise que ces anticipations doivent être fondées sur différentes hypothèses de long terme, cohérentes avec les prévisions de la programmation pluriannuelle de l'énergie adoptée par [décret du 21 avril 2020](#).

6. Ancien article R. 1333-12.

Le rôle de l'ASN dans la gestion des déchets

Les pouvoirs publics, en particulier l'ASN, sont attentifs au fait que l'ensemble des déchets dispose d'une filière de gestion et que leur gestion s'effectue dans des conditions sûres à chacune de ses étapes. L'ASN considère ainsi que le développement de filières de gestion adaptées à chaque catégorie de déchets est fondamental et que tout retard dans la recherche de solutions de gestion à long terme est de nature à accroître le volume et la taille des entreposages sur les installations, ainsi que les risques associés. L'ASN est vigilante à ce que le système composé de l'ensemble de ces filières soit complet, sûr et cohérent, en particulier dans le cadre du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), mais également en contrôlant les installations et en évaluant régulièrement la stratégie de gestion des déchets des exploitants. Cette approche doit tenir compte de l'ensemble des enjeux de sûreté, de radioprotection, de minimisation du volume et de la nocivité des déchets, en permettant une traçabilité satisfaisante.

Enfin, l'ASN considère que cette gestion doit s'exercer de manière transparente vis-à-vis du public, en impliquant l'ensemble des parties prenantes, dans un cadre favorisant l'expression des différentes positions. Le PNGMDR est élaboré par le ministère de la Transition écologique. Celui-ci a choisi, au regard du débat public de 2019, de s'appuyer sur une « commission orientations » pluraliste, présidée par une personnalité qualifiée indépendante, à laquelle l'ASN participe. Le suivi de la mise en œuvre technique et opérationnelle du PNGMDR reste assuré par un [groupe de travail pluraliste](#) coprésidé par l'ASN et la direction générale de l'énergie et du climat (DGEN), tel que décrit au chapitre 2. Par ailleurs, l'ASN publie sur son site Internet le [PNGMDR](#), sa synthèse, les comptes rendus des réunions du groupe de travail susmentionné et les études demandées par le plan, ainsi que les avis associés qu'elle a rendus.

1.2.4 Le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs

L'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, modifié par l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 précitée, définit les objectifs du PNGMDR :

- dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs et des solutions techniques retenues ;
- recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage et préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage ;
- fixer les objectifs généraux à atteindre, les principales échéances et les calendriers permettant de respecter ces échéances, en tenant compte des priorités qu'il définit ;
- déterminer les objectifs à atteindre pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif ;
- organiser la mise en œuvre des recherches et études sur la gestion des matières et des déchets radioactifs en fixant des échéances pour la mise en œuvre de nouveaux modes de gestion, la création d'installations ou la modification des installations existantes.

Au vu des conclusions du débat public de 2019, l'ASN et la DGEN ont décidé de faire évoluer la gouvernance du PNGMDR. La 5^e édition sera élaborée par le ministère de la Transition écologique, notamment à partir des travaux d'une « commission orientations ». Cette commission, introduite par la [décision du 21 février 2020](#), est présidée par une personnalité qualifiée indépendante, et associe, en plus des membres historiques du groupe de travail pluraliste mentionné au chapitre 2, des élus et des représentants des collectivités territoriales. L'ASN participe activement aux réunions de la commission orientations pour apporter son éclairage sur les enjeux de sûreté et de radioprotection, sans voix délibérative toutefois.

Le mise en œuvre du plan est ensuite suivie au cours de réunions périodiques du groupe de travail PNGMDR, sous la coprésidence de l'ASN et de la DGEN.

L'ASN a par ailleurs évalué, en 2020, les études remises dans le cadre du PNGMDR 2016-2018. En vue de l'élaboration du 5^e PNGMDR, l'ASN a ainsi rendu ses avis sur les filières de gestion des matières et déchets radioactifs, qui identifient un certain nombre de recommandations. Elle rendra un avis sur les textes réglementaires pris en application du plan au regard des enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection.

1.3 La gestion à long terme des déchets, installations de stockage existantes ou en projet

1.3.1 Les déchets de très faible activité

Les déchets dits de très faible activité (TFA) proviennent essentiellement du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement des installations nucléaires. Ils sont notamment constitués de déchets inertes (gravats, terre, sable) et de déchets métalliques. Leur activité massique est généralement inférieure à 100 Bq/g (becquerels par gramme), cette activité pouvant même être inférieure au seuil de détection de certains appareils de mesure.

Le [Cires](#) comprend une installation de stockage des déchets TFA. Cette installation, relevant du statut des ICPE, est opérationnelle depuis août 2003.

Fin 2020, 412 258 m³ de déchets TFA étaient stockés dans le Cires, ce qui représente 63 % de sa capacité réglementaire autorisée. Selon l'inventaire national réalisé par l'Andra, la quantité de déchets TFA produite à la fin du démantèlement des installations nucléaires existantes sera de l'ordre de 2 200 000 m³. Selon les prévisions actuelles, la saturation du centre pourrait être atteinte autour de 2028. L'Andra travaille actuellement sur le projet Acaci, qui vise à porter la capacité autorisée de ce stockage à plus de 900 000 m³, à superficie égale.

Dans son [avis n° 2020-AV-0356 du 30 juin 2020](#) sur la gestion des déchets TFA, l'ASN appelle à poursuivre et à étendre les travaux engagés dans l'édition 2016-2018 du PNGMDR dans le but d'améliorer les modes de gestion actuels et de développer des solutions de gestion complémentaires, qui restent à concevoir et à mettre en œuvre.

L'ASN réaffirme que la gestion des déchets TFA doit rester fondée sur le lieu d'origine des déchets et garantir leur traçabilité, grâce à des filières spécifiques, depuis la production jusqu'au stockage, à l'exception des déchets TFA métalliques destinés à être valorisés, comme annoncé dans la décision du 21 février 2020 susvisée.

La valorisation de certains types de déchets, dont les volumes produits seront importants, accompagnée de la mise en place d'un cadre spécifique de contrôle d'une éventuelle installation de valorisation de matériaux métalliques, est encouragée, en cohérence avec la hiérarchie des modes de gestion des déchets

définie dans le code de l'environnement. L'ASN préconise notamment la mise en œuvre de manière opérationnelle d'une filière de valorisation des gravats, pour l'usage des centres de stockage et la poursuite du projet d'installation de valorisation de matériaux métalliques, avec la mise en place d'un cadre spécifique de contrôle de cette installation.

De plus, l'ASN estime nécessaire que l'ensemble des parties prenantes, en particulier les représentants des territoires impliqués ou susceptibles de l'être, soient davantage associés à la définition des solutions de gestion des déchets TFA.

Enfin, la saturation des capacités actuelles de stockage des déchets TFA pouvant contraindre l'ensemble de la filière et retarder les projets de démantèlement, l'ASN considère que des parades doivent être présentées en cas d'indisponibilité d'une nouvelle installation centralisée de stockage. Elle recommande que les études sur la mise en place d'installations complémentaires de stockage, centralisées ou décentralisées, soient poursuivies, et que le gouvernement clarifie la responsabilité de l'Andra sur le sujet.

1.3.2 Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte

Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) – dont la radioactivité provient principalement de radionucléides dont la période est inférieure à 31 ans – proviennent essentiellement du fonctionnement des installations nucléaires et tout particulièrement du fait d'activités de maintenance (vêtements, outils, filtres, etc.). Ils peuvent également provenir d'opérations d'assainissement et de démantèlement de ces installations. La plupart des déchets FMA-VC font l'objet d'un stockage dans des installations en surface exploitées par l'Andra. Après leur fermeture, ces installations font l'objet d'une surveillance pendant une durée fixée conventionnellement à 300 ans. Les rapports de sûreté des installations, mis à jour périodiquement y compris durant cette phase de surveillance, doivent permettre de vérifier qu'à l'issue de celle-ci l'activité contenue dans les déchets aura atteint un niveau résiduel, afin que les expositions pour l'homme et l'environnement soient acceptables, même en cas de perte significative des propriétés de confinement de l'installation. Deux installations de cette nature existent en France, le centre de stockage de la Manche (CSM – INB 66), mis en service en 1969 et fermé depuis 1994, et le centre de stockage de l'Aube (CSA – INB 149) en exploitation (voir Panorama régional en introduction de ce rapport).

La quantité de déchets FMA-VC au CSA s'élève à 353 147 m³ fin 2020, soit 35 % de la capacité maximale autorisée de cette installation. À cette quantité, s'ajoutent les déchets stockés au centre de stockage de la Manche, soit 527 214 m³. La quantité totale de déchets FMA-VC stockés dans les installations de l'Andra est donc de 880 361 m³, à comparer à la quantité produite à fin 2018 de 917 000 m³. D'après les données de l'inventaire national établi par l'Andra, ces déchets représenteront un volume maximal de 2 000 000 m³, à l'issue du démantèlement des installations existantes. Selon les estimations réalisées par l'Andra en 2016 à l'occasion du réexamen périodique du CSA, la saturation de ce centre pourrait intervenir à l'horizon 2060, au lieu de l'année 2042 initialement prévue, grâce à une meilleure connaissance des déchets futurs et de leurs calendriers de livraison.

1.3.3 La gestion des déchets de faible activité à vie longue

Les déchets FA-VL comprenaient initialement deux catégories principales : les déchets de graphite issus de l'exploitation des réacteurs de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG) et les déchets radifères, issus de l'industrie du radium et de ses

dérivés. D'autres types de déchets ont été ajoutés à cette catégorie, notamment certains effluents bitumés, des substances contenant du radium, de l'uranium et du thorium de faible activité massique, ainsi que certaines sources radioactives scellées usagées.

Une fraction des déchets de l'[usine Orano de Malvési](#) (Aude) produits à partir du 1^{er} janvier 2019 est par ailleurs désormais incluse dans cette catégorie de déchets. Les déchets solides produits jusqu'au 31 décembre 2018 font quant à eux l'objet d'une catégorie spécifique de l'inventaire national, dénommée « résidus de traitement du combustible uranium » (RTCU), en raison des volumes importants qu'ils représentent.

La mise en place d'une solution de gestion définitive pour ces déchets fait partie des objectifs définis par la loi du 28 juin 2006. La recherche d'une telle solution de gestion nécessite, d'une part, de progresser dans la connaissance des déchets de type FA-VL et d'autre part, des études de sûreté relatives aux solutions de stockage associées. Les éditions successives du PNGMDR ont décliné cet objectif. L'ASN a également rédigé en 2008 une [note d'orientations générales](#) de sûreté pour la recherche d'un site pouvant accueillir les déchets FA-VL.

Le [PNGMDR 2010-2012](#) a ouvert la possibilité de stocker de manière distincte les déchets de graphite et les déchets radifères et a demandé à l'Andra de travailler sur deux options de conception :

- un stockage sous couverture remaniée réalisé dans une couche géologique affleurante par excavation puis remblais ;
- un stockage sous couverture intacte creusé en souterrain dans une couche d'argile à une profondeur plus importante.

Le [PNGMDR 2013-2015](#) a demandé aux différents acteurs impliqués de réaliser des études (caractérisation et possibilité de traitement des déchets, investigations géologiques sur un site identifié par l'Andra, études de conception et analyse préliminaire de sûreté) afin que l'État soit en mesure de préciser en 2016 les orientations relatives à la gestion des déchets de type FA-VL. Ainsi, les détenteurs de déchets de type FA-VL ont progressé dans la caractérisation de leurs déchets et dans les possibilités de traitement, notamment pour ce qui concerne les déchets de graphite et certains colis de déchets bitumés. En particulier, l'inventaire radiologique de ces déchets en chlore-36 et en iode-129 a été réévalué notablement à la baisse.

Dans le cadre du PNGMDR, l'Andra a remis en juillet 2015 un rapport comprenant :

- des propositions de choix de scénarios de gestion pour les déchets de graphite et les déchets bitumés ;
- des études préliminaires de conception couvrant les options de stockage dites « sous couverture intacte » et « sous couverture remaniée » ;
- l'inventaire des déchets à y stocker et le calendrier de sa mise en œuvre.

L'ASN a rendu un [avis n° 2016-AV-264](#) sur le rapport d'étape de l'Andra relatif au projet de stockage de déchets FA-VL le 29 mars 2016. En parallèle, l'ASN a engagé une révision de la note d'orientations générales de sûreté de 2008. Un groupe de travail rassemblant l'ASN, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), l'Andra, les producteurs de déchets FA-VL et des représentants de la société civile a ainsi été mis en place à l'automne 2018. La synthèse du travail réalisé fera l'objet d'un rapport de l'IRSN en 2021. Les recommandations de ce rapport seront prises en compte dans le cadre de la révision de la note d'orientations générales de sûreté concernant les déchets FA-VL, de 2008, qui sera remplacée par un guide de l'ASN.

Par ailleurs, conformément à l'[article 7 du décret du 27 décembre 2013](#), Orano a remis une étude portant sur la gestion à long terme des déchets déjà produits du site de Malvési, entreposés

dans l'INB 175 Écrin. Différents concepts de stockage envisagés sont présentés :

- stockage en surface ;
- stockage à faible profondeur (40 m), sous couverture remaniée, dans la fosse de l'ancienne mine à ciel ouvert ;
- stockage à faible profondeur (40 m), sous couverture remaniée, dans une nouvelle fosse à construire.

Compte tenu de la nature des déchets et de la configuration du site, l'ASN a indiqué dans son [avis n° 2012-AV-0166 du 4 octobre 2012](#) qu'elle n'est pas favorable à la poursuite du développement de ce type de stockage qu'elle considère ne pas répondre aux exigences de sûreté à long terme. Les deux autres options de stockage, présentées dans l'étude Areva de décembre 2014 sur la gestion à long terme des déchets historiques du procédé de conversion, reposent sur un concept identique, à savoir un stockage de sub-surface sous couverture remaniée à environ 40 m de profondeur.

L'ASN a fait part de ses observations le 2 septembre 2019 sur les études demandées par l'article 7 du décret du 27 décembre 2013 relatives à la mise en œuvre d'une solution de gestion définitive dans un stockage à faible profondeur des déchets historiques de Malvési. Les réponses apportées par Orano sont en cours d'instruction.

En vue de la 5^e édition du PNGMDR 2016-2018, l'ASN a rendu son [avis n° 2020-AV-0357 du 6 août 2020](#) qui précise les axes de travail qu'elle recommande pour la gestion des déchets FA-VL.

Elle appelle notamment à poursuivre les travaux engagés dans le PNGMDR 2016-2018, tels que la consolidation des inventaires des différentes familles de déchets FA-VL et la réévaluation périodique des besoins d'entreposage, afin notamment de permettre le démantèlement des installations nucléaires.

L'ASN considère que l'Andra devra remettre, sur la base d'une analyse multicritères, les esquisses de différentes options techniques et de sûreté d'installations de stockage à faible profondeur de déchets FA-VL, en comparant les effets des différentes options envisagées sur la santé et l'environnement. L'ensemble des parties prenantes intéressées, en particulier les représentants des territoires impliqués ou susceptibles de l'être, doit être davantage associé à la définition des solutions de gestion des déchets FA-VL. Un groupe de travail pluraliste pourrait notamment être constitué pour établir, sur la base des travaux de l'Andra, des propositions concrètes de filières de gestion.

L'ASN recommande par ailleurs de jalonner temporellement les prochaines étapes de conception par l'Andra (avant-projet sommaire, puis dossier d'options de sûreté), d'un projet de stockage à faible profondeur de déchets FA-VL dans la communauté de communes de Vendevre-Soulaines, qui s'intégrera dans cette stratégie générale.

L'ASN estime enfin que les RTCU doivent être mieux intégrés dans les travaux sur les scénarios de gestion des déchets FA-VL. Elle recommande que les études d'une installation de stockage des RTCU soient poursuivies, en associant des représentants des territoires impliqués ou susceptibles de l'être. L'objectif est de fournir, à une date fixée par la prochaine édition du PNGMDR, les options techniques et de sûreté de cette installation, à un niveau de maturité correspondant à un avant-projet sommaire.

1.3.4 La gestion des déchets de haute et de moyenne activité à vie longue

Dans la continuité de la loi du 30 décembre 1991, la loi du 28 juin 2006 dispose que les recherches sur la gestion des déchets radioactifs HA et MA-VL sont poursuivies selon trois axes complémentaires : la séparation et la transmutation des éléments

radioactifs à vie longue, l'entreposage et le stockage réversible en couche géologique profonde.

La séparation/transmutation

Les opérations de séparation/transmutation visent à isoler puis à transformer les radionucléides à vie longue présents dans les déchets radioactifs en radionucléides à vie plus courte, voire en éléments stables. La transmutation des actinides mineurs contenus dans les déchets est susceptible d'avoir un impact sur le dimensionnement du stockage, en diminuant à la fois la puissance thermique, la nocivité des colis qui y seront stockés, et l'inventaire du stockage. Pour autant, l'impact du stockage sur la biosphère, qui provient essentiellement de la mobilité des produits de fission et d'activation, ne serait pas significativement réduit.

Le rapport de la Commission particulière du débat public du 25 novembre 2019 portant sur le débat public préalable à la cinquième édition du PNGMDR conclut notamment que « deux options alternatives sont en présence et défendues chacune par une partie des acteurs : le stockage géologique profond et l'entreposage en sub-surface pendant une période assez longue pour permettre l'avancement des recherches sur la transmutation, afin de réduire la radioactivité des déchets. » Dans son [avis n° 2020-AV-0369 du 1^{er} décembre 2020](#), l'ASN rappelle que les perspectives de transmutation à une échelle industrielle des déchets déjà conditionnés de l'inventaire de référence de Cigéo ne sont pas crédibles. Elle estime que, si des études sur la transmutation devaient être poursuivies, il conviendrait qu'elles portent sur les substances radioactives actuellement qualifiées de matières ou les déchets produits par un futur parc de réacteurs et qu'elles soient menées dans la perspective du développement de filières complètes, intégrant le stockage des déchets issus de la transmutation et présentant un haut niveau de sûreté.

L'entreposage

Le deuxième axe de recherches et d'études de la loi du 28 juin 2006 concerne l'entreposage des déchets.

L'entreposage de longue durée des déchets HA-VL, qui constituait un des axes de recherches prévu par la [loi du 30 décembre 1991](#), n'a pas été retenu comme solution pour gérer de manière définitive ces déchets radioactifs. Des installations d'entreposage sont cependant indispensables en attendant la mise en service du stockage en couche géologique profonde, pour permettre le refroidissement de certains déchets, puis pour accompagner l'exploitation industrielle du stockage, qui se développera par étapes. Par ailleurs, si des opérations de retrait de colis stockés étaient décidées dans le cadre de la réversibilité du stockage, des installations d'entreposage seraient nécessaires. La réception des premiers colis de déchets radioactifs en stockage géologique profond est désormais prévue à l'horizon [2035](#).

La loi du 28 juin 2006 a confié à l'Andra la coordination des recherches et études sur l'entreposage des déchets HA et MA-VL, qui sont donc inscrites dans une optique de complémentarité avec le stockage réversible. En particulier, cette loi prévoyait que les recherches et études sur l'entreposage permettraient, au plus tard en 2015, de créer de nouvelles installations d'entreposage ou de modifier des installations existantes, pour répondre aux besoins, notamment en matière de capacité et de durée, recensés par le PNGMDR.

Les avancées de l'entreposage

L'Andra avait remis en 2013 un bilan des recherches et études réalisées. Ce bilan rendait compte notamment du recensement des besoins futurs en entreposage qui avait été effectué, de l'exploration de la complémentarité entre l'entreposage et le stockage, des études et recherches sur l'ingénierie et sur le comportement phénoménologique des installations d'entreposage et de l'examen d'options techniques novatrices.

De 2013 à 2015, l'Andra a approfondi l'étude des concepts d'entreposage liés à la réversibilité du stockage. Il s'agit d'installations qui, le cas échéant, accueilleraient des colis retirés du stockage. Pour de telles installations, l'Andra a recherché une polyvalence qui permettrait d'entreposer simultanément ou successivement des colis de types divers sous leur forme primaire ou placés en sur-conteneurs de stockage. Dans son étude remise en 2013, l'Andra précisait avoir arrêté ses recherches concernant les installations d'entreposage à faible profondeur. Elle justifiait cet abandon notamment par une plus grande complexité de ce type d'installation (prise en compte de la présence d'eaux souterraines et de la ventilation dans le cas de déchets exothermiques, surveillance du génie civil) et une moindre flexibilité d'exploitation. L'étude remise en 2018, consistant en une analyse multicritère, ne remet pas en cause ces conclusions.

Au regard du retour d'expérience industriel, des recherches et de ses études, l'Andra a émis en 2014 des recommandations pour la conception de futures installations d'entreposage s'inscrivant en complémentarité avec le stockage. Elles portent particulièrement sur la durée de vie des installations (jusqu'à une centaine d'années), leur surveillance, et la modularité des futurs entreposages. Certaines recommandations ont été intégrées par Orano dans la conception de l'extension de l'entreposage des verres de La Hague (E-EV-LH) destinée aux déchets HA et située dans l'[INB 116](#). Cette extension est composée de deux fosses : 30 et 40, mises en service respectivement en 2015 et 2017.

Dans le cadre du PNGMDR 2013-2015, les producteurs de déchets, après avoir présenté l'inventaire à la fin 2013 des colis de déchets HA et MA-VL à destination de [Cigéo](#) et l'état des lieux des entreposages existants, ont plus particulièrement analysé les éléments structurants permettant d'identifier des besoins en entreposage de colis de déchets.

Les travaux menés dans le cadre du PNGMDR 2016-2018

Les études demandées par le [PNGMDR 2016-2018](#) portent sur l'analyse des besoins en entreposage de colis HA et MA-VL, et reprennent les grandes orientations de l'avis de l'ASN du 25 février 2016.

L'article D. 542-79 du code de l'environnement, introduit par le décret du 23 février 2017 relatif aux prescriptions du PNGMDR 2016-2018, dispose que les détenteurs de combustibles usés et de déchets radioactifs HA et MA-VL doivent tenir à jour l'état de disponibilité des capacités d'entreposage de ces substances par catégorie de déchets, et identifier les besoins futurs en capacité d'entreposage au moins pour les vingt années suivantes.

Le CEA, EDF et Orano ont défini, conformément à l'article 53 de l'arrêté du 23 février 2017, les besoins en entreposages futurs pour toutes les familles de déchets HA et MA-VL, portant au minimum sur les 20 prochaines années. Le CEA, EDF et Orano ont également étudié dans ce cadre la sensibilité des besoins en entreposages à des décalages dans le calendrier de Cigéo.

Dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1^{er} décembre 2020, l'ASN estime à cet égard que les dates de saturation des entreposages existants et les besoins futurs en entreposage pour les 20 prochaines années ont globalement bien été identifiés par les producteurs.

Toutefois, les estimations des capacités d'entreposage doivent être consolidées par l'ensemble des producteurs en intégrant des marges pour faire face à d'éventuels aléas sur les filières de gestion des déchets concernés, et être ainsi en mesure d'anticiper les besoins de capacités d'entreposage complémentaires et les procédures d'autorisation correspondantes.

L'article 52 de l'[arrêté du 23 février 2017](#) prescrit à l'Andra de justifier les éléments ayant conduit l'Andra à rejeter l'option de conception d'installations d'entreposage à faible profondeur. En réponse à cette prescription, l'Andra a remis en 2018 une étude

comparative des différents types d'entreposages qu'elle a étudiés. Cette analyse ne fait pas apparaître d'avantage déterminant en matière de sûreté nucléaire en faveur d'une installation à faible profondeur par rapport à une installation de surface.

Dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1^{er} décembre 2020, l'ASN considère ainsi que les entreposages à faible profondeur ne présentent pas d'avantage déterminant en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection par rapport aux entreposages en surface.

Le PNGMDR 2016-2018 identifie plusieurs orientations pour la conception des installations d'entreposage de déchets HA et MA-VL (marges significatives à la conception, architecture simple et modulaire, privilégiant les systèmes passifs, définition de dispositions permettant de maîtriser les conditions d'ambiance de l'entreposage en situation normale, incidentelle et accidentelle, définition des dispositions de surveillance et de traitement des écarts dès la conception, dispositions de conservation de la mémoire, etc.). L'ASN sera attentive à la prise en compte de ces recommandations pour les nouvelles installations qui seront nécessaires en l'attente de la mise en service de Cigéo.

Le stockage réversible en couche géologique profonde

Le stockage en couche géologique profonde est appelé par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, qui prévoit qu'« *après entreposage, les déchets radioactifs ultimes ne pouvant pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection être stockés en surface ou en faible profondeur font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde* ».

La loi du 28 juin 2006 confie à l'Andra la mission de concevoir un projet de centre de stockage en couche géologique profonde, qui sera une INB, à laquelle s'appliquera la réglementation propre à ce type d'installation et sera soumis, à ce titre, au contrôle de l'ASN.

Le principe de ce stockage

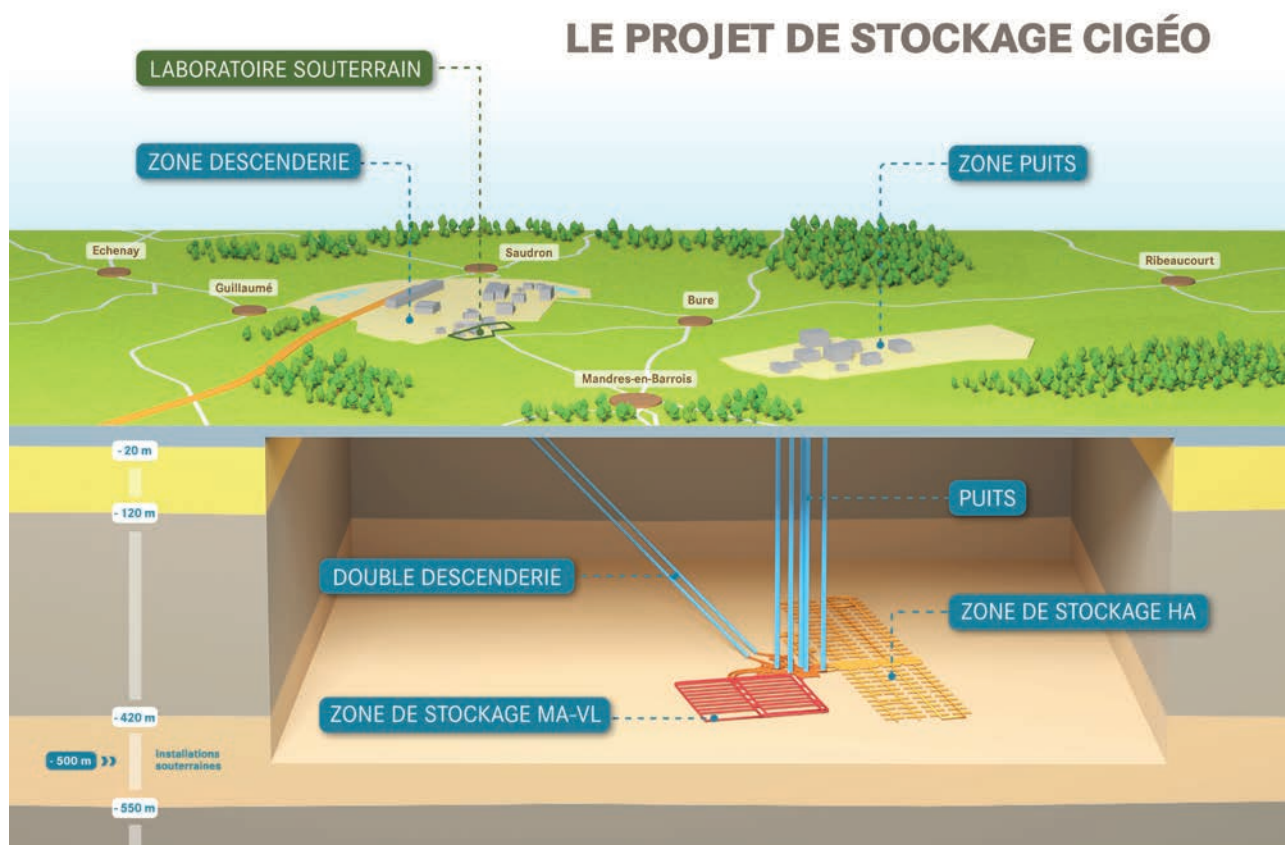
Le [stockage de déchets radioactifs](#) en couche géologique profonde consiste à stocker des déchets radioactifs dans une installation souterraine spécialement aménagée à cet effet, dans le respect du [principe de réversibilité](#). Les caractéristiques de la couche géologique visent à confiner les substances radioactives contenues dans ces déchets. Une telle installation de stockage – contrairement aux installations d'entreposage – doit être conçue de telle sorte que la sûreté à long terme soit assurée de manière passive, c'est-à-dire sans dépendre d'actions humaines (comme des activités de surveillance ou de maintenance) qui nécessitent un contrôle dont la pérennité ne peut être garantie au-delà d'une période de temps limitée. Enfin, la profondeur des ouvrages de stockage doit être telle qu'ils ne puissent être affectés de façon significative par les phénomènes naturels externes attendus (érosion, changements climatiques, séismes, etc.) ou par des activités humaines.

L'ASN avait publié en 1991 la règle fondamentale de sûreté III-2-f définissant des objectifs à retenir dans les phases d'études et de travaux pour le stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde afin d'assurer la sûreté après la période d'exploitation du stockage. En 2008, elle en a publié une mise à jour, sous la forme d'un guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde ([Guide n° 1 de l'ASN](#)).

Les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs HA et MA-VL ont été précisées par la loi du 25 juillet 2016, qui définit le principe de réversibilité, introduit la phase industrielle pilote avant la mise en service complète de Cigéo et apporte des adaptations calendaires pour la mise en œuvre de Cigéo.

Cette loi définit la réversibilité comme « *la capacité, pour les générations successives, soit de poursuivre la construction puis*

Schéma de l'installation Cigéo comprenant les installations de surface et souterraine



l'exploitation des tranches successives d'un stockage, soit de réévaluer les choix définis antérieurement et de faire évoluer les solutions de gestion. La réversibilité est mise en œuvre par la progressivité de la construction, l'adaptabilité de la conception et la flexibilité d'exploitation d'un stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs permettant d'intégrer le progrès technologique et de s'adapter aux évolutions possibles de l'inventaire des déchets consécutives notamment à une évolution de la politique énergétique. Elle inclut la possibilité de récupérer des colis de déchets déjà stockés selon des modalités et pendant une durée cohérente avec la stratégie d'exploitation et de fermeture du stockage».

Dans son [avis n° 2016-AV-0267 du 31 mai 2016](#) relatif à la réversibilité du stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde, l'ASN avait estimé que le principe de réversibilité se traduisait par une exigence d'adaptabilité de l'installation et par une exigence de récupérabilité des colis durant une période encadrée par la loi.

Le [décret du 23 février 2017](#) relatif aux prescriptions du PNGMDR précise certains principes applicables à Cigéo, en particulier aux articles D. 542-88 à D. 542-96 du code de l'environnement. L'article D. 542-90 dispose notamment que « l'inventaire à retenir par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs pour les études et recherches conduites en vue de concevoir le centre de stockage prévu à l'article L. 542-10-1 comprend un inventaire de référence et un inventaire de réserve. L'inventaire de réserve prend en compte les incertitudes liées notamment à la mise en place de nouvelles filières de gestion de déchets ou à des évolutions de politique énergétique. Le centre de stockage est conçu pour accueillir les déchets de l'inventaire de référence. Il est également conçu par l'Andra, en lien avec les propriétaires des substances de l'inventaire de réserve, pour être en mesure d'accueillir les substances qui figurent à cet inventaire, sous réserve le cas échéant d'évolutions dans sa conception pouvant être mises en œuvre en cours d'exploitation à un coût économiquement acceptable».

Le laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne

Les études sur le stockage en couche géologique profonde nécessitent la réalisation de recherches et d'expérimentations au moyen d'un laboratoire souterrain. L'Andra exploite depuis 1999 un tel [laboratoire souterrain](#) sur la commune de Bure.

Dans le cadre des études sur le stockage en couche géologique profonde, l'ASN émet des recommandations sur les recherches et expérimentations menées au laboratoire et s'assure, par sondage lors de visites de suivi, qu'elles sont réalisées selon des processus garantissant la qualité des résultats obtenus.

Les instructions techniques

Dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991, puis dans celui de la loi du 28 juin 2006 et du PNGMDR, l'Andra a mené des études et remis des rapports sur le stockage en couche géologique profonde. Ces derniers ont été examinés par l'ASN – en référence notamment au guide de sûreté de 2008 – et ont fait l'objet d'avis.

L'ASN a ainsi notamment examiné les rapports remis en 2005 et 2009 par l'Andra. Elle a émis des [avis sur ces rapports les 1^{er} février 2006 et 26 juillet 2011](#). L'Andra a ensuite soumis à l'ASN différents dossiers présentant l'avancement des études et travaux menés.

L'ASN a ainsi pris position :

- en [2013](#), sur les documents produits entre 2009 et 2013, année du débat public, et sur le jalon intermédiaire de conception au stade de l'esquisse présenté par l'Andra en 2012 ;
- en [2014](#), sur les éléments de sûreté des ouvrages de fermeture et sur le contenu attendu pour le dossier d'options de sûreté de l'installation ;
- en [2015](#), sur la maîtrise des risques en exploitation et sur le coût du projet ;
- en [2016](#), sur le plan de développement des composants ;
- en [2018](#), sur le dossier d'options de sûreté de Cigéo.

Le processus d'autorisation

L'instruction de l'autorisation de création d'une installation de stockage en couche géologique profonde ne débutera qu'à la demande formelle de l'Andra et sera notamment encadrée par la section 4 du chapitre III du titre IX du livre V du code de l'environnement et par l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, spécifique à une installation de stockage en couche géologique profonde.

L'instruction du dossier d'options de sûreté de Cigéo

Le dépôt d'un dossier d'options de sûreté (DOS) marque l'entrée dans un processus encadré réglementairement⁽⁷⁾. L'ASN a reçu le DOS de Cigéo en avril 2016. À l'issue de la phase d'instruction technique, le projet d'avis de l'ASN a fait l'objet d'une [consultation du public](#), qui a eu lieu du 1^{er} août au 15 septembre 2017. Après analyse des contributions reçues, l'ASN a rendu son [avis le 11 janvier 2018](#). Par lettre, l'ASN a également formulé des recommandations sur les options de sûreté propres à prévenir ou limiter les risques et a demandé à l'Andra des études et justifications complémentaires (phénomènes de corrosion, bétons à bas pH, représentativité du modèle hydrogéologique, stratégie de surveillance, etc.). Les demandes de cette lettre tiennent compte des suggestions et remarques recueillies lors de la consultation du public.

L'instruction du DOS de Cigéo a mis en exergue plusieurs sujets à enjeux sur des aspects spécifiques (architecture, définition des aléas, gestion post-accidentelle, etc.). Parmi ce sujets, l'ASN a identifié que la gestion des déchets bitumés devait faire l'objet d'une attention particulière.

La gestion des déchets bitumés est par ailleurs suivie dans le cadre du PNGMDR, qui demandait plusieurs études relatives à la caractérisation de ces colis, à leurs modalités de transport et aux possibilités de traitement (articles 46, 47 et 48 de l'arrêté du 23 février 2017).

En 2019, l'ASN a fait part aux producteurs de déchets et à l'Andra de demandes de compléments⁽⁸⁾ à la suite de l'instruction de l'étude remise au titre de l'article 46. Celles-ci portent notamment sur l'effet de l'auto-irradiation sur le comportement thermique des colis de déchets bitumés, sur la réactivité thermique des enrobés bitumés, sur le gonflement à long terme dans le cadre du comportement à long terme de l'installation Cigéo et sur les évolutions de conception permettant d'assurer la maîtrise des risques associés au stockage des colis de déchets bitumés.

Le ministre chargé de l'énergie et l'ASN ont par ailleurs souhaité qu'une expertise pluridisciplinaire, indépendante et tirant parti des pratiques internationales, soit menée sur cette problématique. Cette expertise a présenté ses [conclusions](#) en septembre 2019 devant le groupe de travail chargé du suivi du PNGMDR (voir encadré p. 364). À cet égard l'ASN estime dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1^{er} décembre 2020 qu'au regard des conclusions de la revue externe sur la gestion des déchets bitumés et des études sur les évolutions de conception des alvéoles MA-VL de Cigéo, qui mettent en lumière de éléments techniques nouveaux depuis la publication de l'avis du 11 janvier 2018, il est nécessaire que les producteurs mettent en œuvre un programme ambitieux de caractérisation des colis de déchets bitumés indispensable pour disposer de la démonstration que tout ou partie des colis de

déchets bitumés pourrait être stocké avec un haut niveau de sûreté sans traitement préalable dans l'installation en projet Cigéo.

L'ASN estime par ailleurs que les colis de déchets bitumés dont la sûreté en stockage ne pourrait être démontrée doivent faire l'objet de travaux complémentaires.

Du dossier d'options de sûreté vers la demande d'autorisation de création

À ce jour, l'Andra poursuit la conception du projet Cigéo et prépare les demandes d'autorisation requises. L'Andra a déposé une demande de déclaration d'utilité publique en août 2020. L'Andra prendra la qualité d'exploitant nucléaire dès le dépôt de la demande d'autorisation de création. L'ASN et l'IRSN font des points d'avancement réguliers avec l'Andra pour s'assurer de la bonne prise en compte des sujets à enjeux identifiés lors de l'instruction des précédents dossiers. L'Andra devra aussi intégrer les résultats de la revue sur les déchets bitumés dans son dossier de demande d'autorisation de création, notamment en ce qui concerne l'architecture des alvéoles MA-VL.

Dans le cadre du débat public relatif à la 5^e édition du PNGMDR, le dispositif de gouvernance de Cigéo a été identifié comme sujet à approfondir, notamment en ce qui concerne la mise en œuvre de la réversibilité et les objectifs de la phase industrielle pilote. La Commission particulière du débat public ([CPDP](#)) conclut notamment que la société civile doit être impliquée dans la gouvernance de Cigéo, en particulier pendant la phase industrielle pilote. Par ailleurs, la Commission estime que le public devra également être associé aux étapes ayant un impact sur la réversibilité de l'installation, en particulier la récupérabilité des colis.

La décision de la ministre de la Transition écologique et solidaire et du président de l'ASN du 21 février 2020 consécutive au débat public, prévoit à cet égard que le PNGMDR précisera les conditions de mise en œuvre de la réversibilité du stockage, en particulier en matière de récupérabilité des colis, les jalons décisionnels du projet Cigéo ainsi que la gouvernance à mettre en œuvre afin de pouvoir réinterroger les choix effectués. Elle précise également que le PNGMDR définira les objectifs et les critères de réussite de la phase industrielle pilote prévue à l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, les modalités d'information du public entre deux mises à jour successives du plan directeur d'exploitation prévu à l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, ainsi que les modalités d'association du public aux étapes structurantes de développement du projet Cigéo.

Le coût du projet

Conformément à la procédure prévue à l'article L. 542-12 du code de l'environnement, la ministre chargée de l'énergie a, après [avis de l'ASN en février 2015](#) et observations des producteurs de déchets radioactifs, [arrêté le 15 janvier 2016](#) le coût de référence du projet de stockage Cigéo « à 25 milliards d'euros aux conditions économiques du 31 décembre 2011, année du démarrage des travaux d'évaluation des coûts ». Cet arrêté précise également que le coût doit être mis à jour régulièrement et au moins aux étapes clés du développement du projet (autorisation de création, mise en service, fin de la « phase industrielle pilote », réexamens de sûreté).

7. L'article R.593-14 du code de l'environnement prévoit que « toute personne qui prévoit d'exploiter une INB peut demander à l'ASN, préalablement à l'engagement de la procédure d'autorisation de création, un avis sur tout ou partie des options qu'elle a retenues pour assurer la protection des intérêts mentionnés à l'article L.593-1. L'autorité, par un avis rendu et publié dans les conditions et les formes qu'elle détermine, précise dans quelle mesure les options de sûreté présentées par le demandeur sont propres à prévenir ou limiter les risques pour les intérêts mentionnés à l'article L.593.1, compte tenu des conditions techniques et économiques du moment. L'autorité peut définir les études et justifications complémentaires qui seraient nécessaires en vue d'une éventuelle demande d'autorisation de création. Elle peut fixer la durée de validité de son avis. Cet avis est notifié au demandeur et communiqué au ministre chargé de la sûreté nucléaire ».

8. Les lettres de suite sont disponibles sur le site de l'ASN : asn.fr/Informer/Dossiers-pedagogiques/La-gestion-des-dechets-radioactifs/Plan-national-de-gestion-des-matieres-et-dechets-radioactifs/PNGMDR-2016-2018

1.4 Les installations supports à la gestion des déchets radioactifs

Traitement

Le traitement est une étape fondamentale dans le processus de gestion des déchets radioactifs. Cette opération permet, d'une part, de séparer les déchets selon différentes catégories afin de faciliter leur gestion ultérieure et, d'autre part, de réduire significativement le volume des déchets.

Les [usines de La Hague](#), destinées au traitement des assemblages de combustibles irradiés, interviennent dans ce processus en permettant, par l'intermédiaire d'une dissolution et d'un traitement chimique, de séparer les gaines et les produits de fission. Les coques et embouts sont ensuite compactés pour réduire leur emprise en stockage.

L'installation de fusion et d'incinération de Cyclife France, dénommée « [Centraço](#) », permet quant à elle une réduction significative du volume des déchets de faible et très faible activité qui y sont envoyés. Cette usine possède une unité dédiée à l'incinération des déchets combustibles, et une unité de fusion où sont fondus les déchets métalliques.

Les effluents radioactifs peuvent également être concentrés par évaporation, à l'instar des opérations réalisées dans l'Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents ([Agate](#) – INB 171) avec ce même objectif de réduction volumique.

Conditionnement

Le conditionnement des déchets radioactifs consiste à placer les déchets dans un colis qui assure une première barrière de confinement prévenant la dispersion de substances radioactives dans l'environnement. Les techniques mises en œuvre dépendent des caractéristiques physico-chimiques des déchets et de leur typologie, ce qui explique la grande variété de colis utilisés. Ces colis font l'objet d'approbations de l'Andra pour ceux destinés à des installations de stockage en exploitation, et d'accords de conditionnement de l'ASN pour ceux ayant vocation à être orientés vers des installations de stockage à l'étude.

Les opérations de conditionnement sont, dans certains cas, réalisées directement sur le site de production des déchets, mais

peuvent également l'être dans des installations dédiées, à l'instar des usines de La Hague, qui conditionnent les coques et embouts du combustible irradié en colis CSD-C et les produits de fission en colis CSD-V, et des stations de traitement des effluents, telles que l'atelier [Stella](#) de l'INB 35. Les colis de déchets conditionnés sont parfois constitués dans les installations où ils ont vocation à être entreposés, comme pour les colis MA-VL dans l'installation [Iceda](#), ou directement dans une installation de stockage, le Cires et le CSA mettant en œuvre ces opérations pour une partie des colis entrants.

Entreposage

L'entreposage, défini à l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement, est une solution de gestion temporaire des déchets radioactifs. Les déchets sont conservés pour une durée limitée dans l'attente de leur envoi en stockage, ou afin d'atteindre une décroissance radioactive suffisante pour permettre leur envoi vers des filières de gestion de déchets conventionnels dans le cas particulier des déchets à vie très courte, issus principalement du domaine médical.

Certaines installations (voir ci-après) sont spécifiquement dédiées à l'entreposage de déchets radioactifs, telles qu'[Écrin](#), mise en service en 2018, Cedra et Iceda, mise en service en 2020. Ce sera également le cas de [Diadem](#), une fois cette installation mise en service. Les colis CSD-C et CSD-V sont quant à eux entreposés directement au sein de différentes installations du site de La Hague dans l'attente de la mise en service du stockage de déchets HA et MA-VL en couche géologique profonde.

Recherche et développement

Des installations supports permettent de réaliser des opérations de recherche et développement en vue d'optimiser la gestion des déchets radioactifs.

Parmi elles, l'installation [Chicade](#) (INB 156), exploitée par le CEA sur le site de Cadarache, réalise des travaux de recherche et de développement concernant des objets et déchets de faible et moyenne activités. Ces travaux concernent principalement les procédés de traitement de déchets aqueux, les procédés de décontamination, les méthodes de conditionnement de déchets solides, ainsi que l'expertise et le contrôle de colis de déchets.

2. La sûreté nucléaire des installations associées à la gestion des déchets, rôle de l'ASN et stratégies de gestion des déchets des grands exploitants nucléaires

2.1 Nature du contrôle et actions de l'ASN

2.1.1 L'approche graduée

Le [contrôle mené par l'ASN](#) vise, en matière de gestion des déchets radioactifs, d'une part, à vérifier la bonne application des dispositions réglementaires relatives à la gestion des déchets sur les sites de production (par exemple en matière de zonage, de conditionnement ou de contrôles réalisés par l'exploitant), et d'autre part, à vérifier la sûreté des installations dédiées à la gestion des déchets radioactifs (installations de traitement, de conditionnement, d'entreposage et de stockage des déchets). Ce contrôle est exercé de manière proportionnée aux étapes de gestion des déchets et aux enjeux de sûreté des installations dédiées. Ainsi, les INB de gestion des déchets sont notamment classées dans l'une des trois catégories, numérotées de 1 à 3 par ordre décroissant d'importance des risques et inconvénients qu'elles présentent. Cette catégorisation permet en partie de définir le programme d'inspection et de cibler le niveau d'expertise requis pour l'instruction de certains dossiers des exploitants.

Ces différentes installations, ainsi que l'appréciation de l'ASN sur leur sûreté, sont présentées en introduction de ce rapport.

2.1.2 Le contrôle du conditionnement des colis

La réglementation

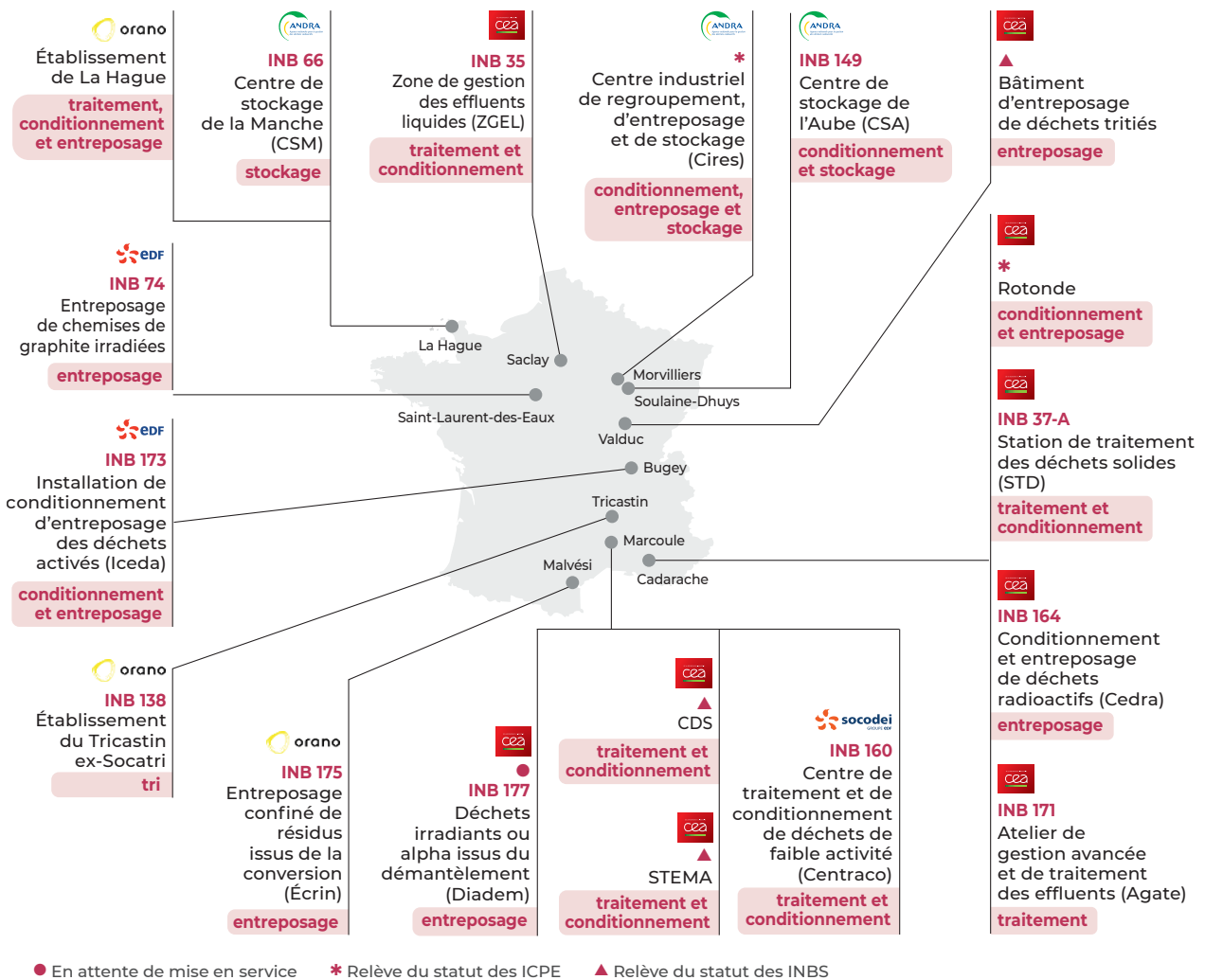
L'[arrêté du 7 février 2012](#) définit les exigences associées au conditionnement des colis. Il est notamment demandé aux producteurs de déchets radioactifs de conditionner leurs déchets en tenant compte des exigences liées à leur gestion ultérieure, et tout particulièrement leur acceptation dans des installations de stockage.

La [décision n° 2017-DC-0587 de l'ASN du 23 mars 2017](#) précise les exigences relatives au conditionnement des déchets en vue de leur stockage et aux conditions d'acceptation des colis de déchets dans les INB de stockage.

La production des colis de déchets à destination d'installations de stockage existantes

Les producteurs de colis de déchets élaborent un dossier de demande d'approbation sur la base des spécifications d'acceptation de l'installation de stockage destinataire des colis. L'Andra délivre une approbation formalisant son accord sur le procédé de fabrication et la qualité des colis. L'Andra vérifie la conformité des colis aux approbations délivrées par

Principales installations supports à la gestion des déchets radioactifs



l'intermédiaire d'audits et de missions de surveillance, chez les producteurs de colis et sur les colis reçus dans ses installations.

Les colis de déchets à destination d'installations de stockage à l'étude

Pour les déchets destinés à des installations de stockage à l'étude, les spécifications d'acceptation des déchets n'ont, de fait, pas encore été définies. L'Andra ne peut donc pas délivrer d'approbation pour encadrer la production de colis de déchets de type FA-VL, HA-VL ou MA-VL.

Dans ces conditions, la production de colis de tels déchets est soumise à l'accord de l'ASN sur la base d'un dossier établi par le producteur de déchets, appelé « référentiel de conditionnement ». Celui-ci doit démontrer le caractère non réhibitoire des colis, sur la base des connaissances existantes et des exigences actuellement identifiées pour les installations de stockage à l'étude.

Cette disposition permet notamment de ne pas retarder les opérations de reprise et conditionnement des déchets (RCD).

Le contrôle

Parallèlement aux actions de surveillance exercées par l'Andra sur les colis agréés, l'ASN contrôle les dispositions prises par l'exploitant pour décliner correctement les exigences de l'approbation et maîtriser les procédés de conditionnement. Pour les colis de déchets destinés aux installations de stockage à l'étude, l'ASN est particulièrement vigilante à ce que les colis soient conformes aux accords de conditionnement délivrés.

Enfin, l'ASN s'assure également, par des inspections, que l'Andra met en œuvre les dispositions nécessaires pour vérifier la qualité des colis acceptés dans ses installations de stockage. En effet, l'ASN considère que le rôle de l'Andra dans le processus de délivrance des approbations et dans le contrôle des dispositions prises par les producteurs de colis de déchets est primordial pour garantir la qualité des colis et le respect de la démonstration de sûreté des stockages de déchets.

2.1.3 L'élaboration de recommandations pour une gestion durable des déchets

L'ASN rend des avis sur les études remises dans le cadre du PNGMDR. Entre juin 2020 et février 2021, l'ASN a rendu six avis portant sur les filières de gestion des matières et déchets radioactifs, en vue de l'élaboration du 5^e PNGMDR.

2.1.4 L'élaboration du cadre réglementaire et des prescriptions aux exploitants

L'ASN peut prendre des décisions à caractère réglementaire. Ainsi, les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012 qui concernent la gestion des déchets radioactifs ont été déclinées dans les décisions de l'ASN relatives à la gestion des déchets dans les INB et au conditionnement des déchets précédemment mentionnées. À titre d'exemple, la décision du 23 mars 2017 traite du conditionnement des déchets radioactifs et des conditions d'acceptation des colis de déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base de

stockage (INBS). Elle vise à préciser les exigences de sûreté des étapes d'une filière de gestion. Cette décision est applicable depuis le 1^{er} juillet 2018. Par ailleurs, afin d'assurer une approche cohérente de gestion des déchets au sein des INB et des INBS, une convention a été signée, en janvier 2021, entre l'ASN et l'ASND qui coordonnent leurs actions dans ce domaine.

De manière plus générale, l'ASN édicte des prescriptions relatives à la gestion des déchets provenant des INB.

L'ASN a précisé, dans deux guides, certaines attentes relatives à la gestion des déchets : le [Guide n° 18](#) relatif à la gestion des effluents et déchets radioactifs produits par une activité nucléaire autorisée au titre du code de la santé publique et le [Guide n° 23](#) relatif au plan de zonage déchets des INB (voir points 1.2.1 et 1.2.2).

Enfin, l'ASN est consultée pour avis sur les projets de textes réglementaires relatifs à la gestion des déchets radioactifs.

2.1.5 L'évaluation des charges financières nucléaires

Le cadre réglementaire visant à sécuriser le financement des charges de démantèlement des installations nucléaires ou, pour les installations de stockage de déchets radioactifs, des charges d'arrêt définitif, d'entretien et de surveillance, ainsi que des charges de gestion des combustibles usés et déchets radioactifs, est décrit dans le chapitre 13 (voir point 1.4).

2.1.6 L'action internationale de l'ASN dans le domaine des déchets

L'ASN participe aux travaux de l'association [WENRA](#) (*Western European Nuclear Regulators' Association*) qui vise à l'harmonisation des pratiques en matière de sûreté nucléaire en Europe, en définissant des « niveaux de sûreté de référence » qui doivent être transposés dans la réglementation de ses membres. À ce titre, le [WGWD](#) (*Working Group on Waste and Decommissioning*) est chargé de l'élaboration des niveaux de référence relatifs à la gestion des déchets radioactifs et des combustibles usés et au démantèlement des installations nucléaires. Les décisions de l'ASN permettent notamment de transposer ces niveaux de référence dans la réglementation générale applicable aux INB. Après les travaux déjà menés sur l'entreposage, le stockage et le démantèlement, l'ASN a participé en 2017 à la finalisation de l'élaboration des niveaux de référence relatifs au conditionnement des déchets radioactifs.

Depuis 2019, l'ASN participe à un groupe de réflexion sur les orientations stratégiques des activités du WGWD, qui devrait rendre ses propositions en 2021.

L'ASN représente par ailleurs la France au comité WASSC (*Waste Safety Standards Committee*) de l'Agence internationale de l'énergie atomique ([AIEA](#)), dont le rôle est de rédiger les standards internationaux, notamment en matière de gestion des déchets radioactifs. Elle participe également aux travaux du groupe 2 de l'[ENSREG](#) (*European Nuclear Safety Regulators Group*) chargé des sujets relatifs à la gestion des déchets radioactifs.

En 2020, l'ASN a coordonné la rédaction du rapport national sur la mise en œuvre des obligations de la [convention commune](#) sur la sûreté de la gestion du combustible usé et la sûreté de la gestion des déchets radioactifs. Ce rapport est en cours d'examen par les pairs avant la septième réunion d'examen de la convention commune, prévue à l'été 2022. Le précédent rapport avait fait l'objet, lors de son examen par les pairs en 2018, d'un intérêt marqué pour l'approche française. Avaient notamment été soulignées la qualité de la démarche du cadre réglementaire, sa politique cohérente et la priorité accordée à la sûreté en

reconnaissant huit domaines de bonne performance. Il avait été suggéré à la France de rester attentive à la sûreté de certaines installations d'entreposage anciennes.

La directive européenne 2011/70 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs requiert par ailleurs que le programme de chaque pays de l'Union européenne sur ces thématiques soit évalué dans le cadre d'un examen par les pairs. En France, cette évaluation internationale a eu lieu du 15 au 24 janvier 2018 dans le cadre d'une [mission ARTEMIS](#) (*Integrated Review Service for radioactive Waste and Spent Fuel Management, Decommissioning and Remediation*), organisée par l'AIEA. Une délégation de dix experts internationaux a rencontré les équipes de la DGEC, de l'ASN, de la DGPR, de l'IRSN, de l'Andra et des producteurs de déchets radioactifs.

L'ASN participe aussi à plusieurs groupes de travail dans le cadre des actions menées avec l'Union européenne et l'AIEA, en particulier sur le stockage des déchets radioactifs en couche géologique profonde.

Enfin, l'ASN collabore avec les autorités des pays les plus avancés dans la mise en œuvre du stockage en couche géologique profonde.

Les actions internationales de l'ASN sont présentées de manière plus générale dans le chapitre 6.

2.2 Les réexamens périodiques des installations de gestion des déchets radioactifs

L'exploitant d'une INB, y compris d'une installation de gestion des déchets radioactifs, procède périodiquement au réexamen de son installation afin d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients en tenant compte, notamment, de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. La diversité et le caractère souvent unique de chaque installation de gestion des déchets radioactifs conduisent l'ASN à adopter une démarche d'instruction spécifique à chaque installation.

Dans ce cadre, huit réexamens sont en cours d'instruction par l'ASN sur des installations de gestion des déchets radioactifs. Ils concernent :

- quatre INB exploitées par le CEA : l'installation de traitement et conditionnement (INB 35) sur le site de Saclay, le parc d'entreposage (INB 56), l'installation de recherche et développement Chicade (INB 156) et l'installation de conditionnement et entreposage Cedra (INB 164) sur le site de Cadarache ;
- une INB exploitée par Orano : l'INB 118, installation de traitement, conditionnement et entreposage de colis de déchets sur le site de La Hague ;
- deux INB exploitées par l'Andra : le centre de stockage de déchets radioactifs de l'Aube (INB 149) et le centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche (INB 66) ;
- une INB exploitée par EDF : l'INB 74 constituée des silos d'entreposage de Saint-Laurent-des-Eaux.

2.2.1 Réexamens des installations supports à la gestion des déchets radioactifs

Les réexamens périodiques des installations les plus anciennes, telles que les INB 35 et 118, présentent des enjeux particuliers. Ces réexamens doivent traiter de la maîtrise des conditions d'entreposage des déchets en incluant les déchets historiques, de la reprise et du conditionnement de ces déchets en vue d'une évacuation dans la filière dédiée ainsi que de l'assainissement programmé des

bâtiments. En lien avec ces enjeux, les réexamens doivent permettre d'assurer la maîtrise des impacts des rejets dans les milieux (sols, eaux souterraines ou encore eaux marines pour l'INB 118).

Pour les installations plus récentes que sont Cedra et Chicade, les réexamens périodiques mettent en exergue des problématiques plus génériques. La tenue des bâtiments en cas d'agressions internes et externes (séisme, incendie, foudre, inondation, chute d'aéronef) constitue un des points importants.

2.2.2 Réexamens des installations de stockage des déchets radioactifs

Le CSA et le CSM sont soumises à l'obligation de réexamen périodique. Leurs réexamens présentent la particularité de traiter de la maîtrise des risques et des inconvénients sur le long terme, en plus de réévaluer leur maîtrise en exploitation. Ils ont donc pour objectif, si nécessaire, de réviser les scénarios, modèles et hypothèses de long terme afin de confirmer la bonne maîtrise des risques et inconvénients dans le temps. Les réexamens périodiques de ces deux installations, bien qu'à des stades d'avancement différents (dossier déposé en avril 2019 pour le CSM, instruction de l'ASN en cours de finalisation pour le CSA), mettent ainsi en exergue la nécessité de progresser sur la connaissance des impacts à long terme liés aux toxiques chimiques contenus dans les déchets, ainsi que sur la connaissance des impacts des radionucléides sur l'environnement.

Les réexamens successifs doivent également permettre de préciser les dispositions techniques prévues par l'exploitant pour assurer la maîtrise des inconvénients de l'installation à long terme, notamment pour la couverture qui participe au confinement final des massifs de stockage. La pérennité de la couverture du CSM est, avec la conservation de la mémoire pour les générations futures, l'axe prépondérant du réexamen de ce centre de stockage de déchets radioactifs.

De plus, ces réexamens permettent de préciser, au fil du temps, les dispositions que l'exploitant prévoit de mettre en œuvre pour permettre une surveillance sur le long terme du comportement du stockage.

2.3 Stratégie de gestion des déchets du CEA et appréciation de l'ASN

La typologie de déchets du CEA

Le CEA exploite des installations de nature diverse, couvrant l'ensemble des activités liées au cycle nucléaire : des laboratoires et usines liés aux recherches sur le « cycle du combustible », mais également des réacteurs d'expérimentation.

Par ailleurs, le CEA procède à de nombreuses opérations de démantèlement.

Ainsi, les types de déchets produits par le CEA sont variés et recouvrent notamment :

- des déchets produits par l'exploitation des installations de recherche (tenues de protection, filtres, pièces et composants métalliques, déchets liquides, etc.) ;
- des déchets issus d'opérations de reprise et de conditionnement des déchets anciens (déchets cimentés, sodés, magnésiens, mercuriels, etc.) ;
- des déchets consécutifs à l'arrêt définitif et au démantèlement des installations (déchets de graphite, gravats, terres contaminées, etc.).

Le spectre de contamination de ces déchets est également large avec, en particulier, la présence d'émetteurs alpha dans les activités liées aux recherches sur le « cycle du combustible », d'émetteurs bêta-gamma pour les déchets de fonctionnement issus des réacteurs d'expérimentation.

Pour gérer ces déchets, le CEA dispose d'installations spécifiques (de traitement, de conditionnement et d'entreposage). Certaines d'entre elles sont mutualisées pour l'ensemble des centres du CEA, comme la station de traitement des effluents liquides de [Marcoule](#) ou la station de traitement des déchets de [Cadarache](#).

Les enjeux

Les principaux enjeux pour le CEA en matière de gestion des déchets radioactifs sont :

- la rénovation d'installations ou la mise en service de nouvelles installations permettant le traitement, le conditionnement et l'entreposage des effluents, des combustibles usés et des déchets dans des conditions de sûreté et de radioprotection satisfaisantes et dans des délais compatibles avec les engagements pris pour l'arrêt des installations anciennes dont le niveau de sûreté ne répond pas aux exigences actuelles ;
- la conduite des projets de reprise et de conditionnement des déchets anciens.

L'ASN constate la difficulté du CEA à maîtriser pleinement ces enjeux et à mener en parallèle l'ensemble des projets associés, en particulier de démantèlement.

L'examen par l'ASN de la stratégie de gestion des déchets du CEA

Le précédent examen par l'ASN de la stratégie du CEA, qui avait abouti en 2012, avait montré que la gestion des déchets s'était globalement améliorée depuis l'examen réalisé en 1999. L'ASN observait néanmoins que certains aspects de cette stratégie étaient à améliorer, en particulier concernant la gestion des déchets solides de moyenne activité à vie longue et des déchets liquides de faible ou moyenne activité, qui devaient donc être consolidés. À la demande conjointe de l'ASN et l'ASND, le CEA a effectué un réexamen global de sa stratégie de démantèlement et de gestion des matières et des déchets radioactifs et a remis en décembre 2016 les résultats de ces travaux. L'instruction de ce rapport a permis aux deux autorités de rendre un [avis conjoint](#) sur cette stratégie en mai 2019.

L'ASN et l'ASND estiment que la définition de la stratégie de démantèlement des installations et la mise à jour de la stratégie de gestion des déchets et des matières du CEA résultent d'un travail approfondi. Il apparaît acceptable que le CEA envisage un échelonnement des opérations de démantèlement, compte tenu des moyens alloués par l'État, et du nombre important d'installations en démantèlement, pour lesquelles des capacités de reprise de déchets ainsi que d'entreposage, devront être construites.

Concernant la stratégie de gestion des matières et des déchets, les deux autorités constatent plusieurs fragilités dans la stratégie du CEA, du fait notamment de la mutualisation entre centres envisagée, par exemple, pour la gestion des effluents radioactifs aqueux ou des déchets radioactifs solides, conduisant à ne disposer, pour certaines opérations, que d'une seule installation. Les deux autorités notent aussi des incertitudes relatives à la gestion des combustibles usés ou des matières irradiées, qui devra être précisée.

L'ASN et l'ASND ont donc adressé au CEA plusieurs demandes visant à limiter ces fragilités, à consolider sa stratégie et à préciser le calendrier de réalisation.

Elles demandaient que le CEA rende compte régulièrement de l'avancement des projets de démantèlement et de gestion des déchets, et qu'une communication régulière vis-à-vis du public soit réalisée, suivant les modalités appropriées à la nature des installations, civiles ou de défense. Elles souhaitent, enfin, que soient mises en œuvre des dispositions de contrôle particulières quant à l'avancement de ces projets.

Le suivi de la mise en œuvre de la stratégie de gestion des déchets du CEA

L'ASN a engagé, en 2019 et 2020, des échanges réguliers dédiés avec la DGEC, l'ASND et le CEA, afin de renforcer le suivi de l'avancement des projets prioritaires. L'ASN constate la difficulté du CEA à maîtriser pleinement ces enjeux et à mener en parallèle l'ensemble des projets associés, de démantèlement comme des installations support à la gestion des déchets. L'ASN constate que les échéances de nombreux projets prioritaires ont significativement évolué depuis le dossier remis en 2016. Elle portera donc une vigilance accrue sur la conduite et le suivi de ces projets en 2021.

2.4 Stratégie de gestion des déchets d'Orano et appréciation de l'ASN

L'usine de traitement des combustibles usés de l'établissement de La Hague présente les principaux enjeux en termes de gestion des déchets radioactifs chez Orano. Les déchets présents sur le site de La Hague comprennent, d'une part, les déchets issus du traitement du combustible usé, provenant généralement de centrales nucléaires de production d'électricité, mais également de réacteurs de recherche, d'autre part, les déchets liés au fonctionnement des différentes installations du site. La majorité de ces déchets restent la propriété de l'exploitant qui fait procéder au traitement de ses combustibles usés, qu'ils soient français ou étrangers. Les déchets français sont orientés vers les filières de gestion précédemment décrites, alors que les déchets étrangers sont renvoyés dans leur pays d'origine. Sur le site du Tricastin, Orano produit également des déchets liés aux activités de l'amont du cycle (production des combustibles nucléaires), essentiellement contaminés par des émetteurs alpha.

Orano (anciennement Areva) a remis mi-2016 à l'ASN et à l'ASND un dossier présentant la stratégie de gestion des démantèlements et des déchets des installations françaises du groupe, ainsi que son application pratique sur les sites de [La Hague](#) et du [Tricastin](#). Ce dossier, pour lequel des compléments ont été reçus en 2017, est en cours d'instruction. Orano a par ailleurs transmis, en 2018, des engagements généraux et particuliers pour les sites de La Hague et de Tricastin. Afin de s'assurer de la capacité d'Orano à respecter les échéances de sa stratégie, elle a engagé une démarche innovante d'inspection de gestion de projet en 2019.

Les enjeux

Les principaux enjeux liés à la gestion des déchets de l'exploitant Orano ont trait en particulier :

- à la sûreté des installations d'entreposage des déchets anciens. Sur le site de [La Hague](#), des installations dédiées à la reprise et au conditionnement puis à l'entreposage des déchets anciens doivent être conçues, construites puis mises en service. Ces projets complexes rencontrent des difficultés techniques, qui peuvent rendre nécessaires certains aménagements des délais fixés par l'ASN (voir chapitre 13). De plus, les capacités d'entreposage sur site doivent être anticipées avec des marges prudentes, afin de prévenir leur saturation. Sur le site du Tricastin, les déchets historiques entreposés nécessitent des actions importantes en termes de caractérisation et de recherche d'options de gestion. Les conditions d'entreposage dans certaines installations du Tricastin ne répondent pas aux exigences de sûreté actuelles et doivent être améliorées ;
- à la définition de solutions pour le conditionnement des déchets, en particulier des déchets anciens. Ces solutions doivent faire l'objet d'un accord préalable de l'ASN, conformément à l'article 6.7 de l'arrêté du 7 février 2012 (voir point 2.2.2). La maîtrise des échéances de conditionnement

est un axe particulièrement important, qui nécessite le développement de programmes de caractérisation pour démontrer la faisabilité des procédés de conditionnement retenus et identifier suffisamment tôt les risques susceptibles d'impacter significativement le projet. Le cas échéant, lorsque la faisabilité du conditionnement défini ne peut pas être établie dans des délais compatibles avec les échéances prescrites, il est nécessaire pour l'exploitant de prévoir une solution alternative, incluant en particulier des entreposages intermédiaires, permettant la reprise et la caractérisation des déchets historiques dans les meilleurs délais. Pour mémoire, l'article L. 542-1-3 du code de l'environnement impose que les déchets MA-VL produits avant 2015 soient conditionnés au plus tard fin 2030.

Dans le cadre des opérations de RCD, Orano étudie des solutions de conditionnement nécessitant le développement de nouveaux procédés, notamment pour les déchets MA-VL suivants :

- les boues radioactives provenant de l'installation [STE2](#) de La Hague ;
- les déchets technologiques émetteurs de rayonnement alpha provenant principalement des usines de La Hague et [Melox](#) (Gard) ne pouvant pas être stockés en surface.

Pour d'autres types de déchets MA-VL issus des opérations de RCD, Orano étudie la possibilité d'adapter des procédés existants (compactage, cimentation, vitrification). Une partie des référentiels de conditionnement associés est en cours d'instruction par l'ASN.

2.5 Stratégie de gestion des déchets d'EDF et appréciation de l'ASN

Les déchets radioactifs produits par EDF proviennent de plusieurs activités distinctes. Ils s'agit notamment des déchets résultant de l'exploitation des centrales nucléaires qui sont constitués de déchets activés dans les cœurs des réacteurs, et de déchets résultant de leur fonctionnement et de leur maintenance. À cela s'ajoutent certains déchets anciens, ainsi que les déchets issus des opérations de démantèlement en cours. EDF est également propriétaire de déchets HA et MA-VL issus du traitement des combustibles usés dans l'usine Orano de La Hague, pour la part qui lui est attribuée.

Les déchets activés

Ces déchets sont notamment les grappes de commande et les grappes de contrôle utilisées pour le fonctionnement des réacteurs. Ce sont des déchets MA-VL dont les quantités produites sont faibles. Ils sont actuellement entreposés dans les piscines d'entreposage du combustible dans les centrales nucléaires, en attendant d'être transférés dans l'installation Iceda.

Les déchets d'exploitation et d'entretien

Une partie des déchets est traitée par fusion ou incinération dans l'installation Centraco, dans le but de réduire le volume des déchets ultimes. Les autres types de déchets de fonctionnement et de maintenance sont conditionnés sur le site de production puis expédiés pour stockage au CSA ou au Cires (voir points 1.3.1 et 1.3.2). Ils contiennent des émetteurs bêta et gamma et peu ou pas d'émetteurs alpha. EDF a remis fin 2013 un dossier présentant sa stratégie en matière de gestion des déchets. Après instruction, l'ASN a notamment demandé à EDF, en 2017, de poursuivre ses mesures pour réduire les incertitudes associées à l'activité des déchets envoyés au CSA, d'améliorer ses dispositions organisationnelles pour garantir des ressources suffisantes à la gestion des déchets radioactifs et de présenter la filière la plus appropriée pour le traitement des générateurs de vapeur

usés. Enfin, le traitement des tubes de guide de grappes usés⁹⁾ du parc EDF (environ 2000) devrait être réalisé par Cyclife France sur l'installation Centraco. Ce projet comporterait trois étapes successives (entreposage, traitement avant fusion puis conditionnement pour évacuation vers le CSA exploité par l'Andra). Les différentes demandes d'autorisation relatives à ce projet sont en cours d'instruction par l'ASN.

Les enjeux

Les principaux enjeux associés à la stratégie de gestion des déchets d'EDF concernent :

- la gestion des déchets anciens. Il s'agit principalement des déchets de structure (chemises en graphite) des combustibles de la filière de réacteurs UNGG. Ces déchets pourraient être stockés dans un centre de stockage pour les déchets de type

FA-VL (voir point 1.3.4). Ils sont entreposés principalement dans des silos semi-enterrés à Saint-Laurent-des-Eaux. Les déchets de graphite sont également présents sous forme d'empilements dans les réacteurs UNGG en cours de démantèlement. EDF a mené, dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, une étude de fiabilisation de l'activité de ces déchets et a remis ses conclusions en décembre 2019. Ce rapport fera l'objet d'une instruction par l'ASN ;

- les évolutions liées au « cycle du combustible ». La politique d'EDF en matière d'utilisation du combustible (voir chapitre 10) a des conséquences sur les installations du cycle (voir chapitre 11) et sur les quantités et la nature des déchets produits. L'ASN a rendu un [avis sur la cohérence du « cycle du combustible nucléaire »](#) en octobre 2018 (voir chapitre 11).

3. La gestion des résidus de traitement et des stériles miniers issus des anciennes mines d'uranium

L'exploitation des mines d'uranium en France entre 1948 et 2001 a conduit à la production de 76000 tonnes d'uranium. Des activités d'exploration, d'extraction et de traitement ont concerné environ 250 sites en France, répartis sur 27 départements dans les huit régions Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Bretagne, Grand Est, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays de la Loire et Provence-Alpes-Côte d'Azur. Le traitement des minerais a, quant à lui, été réalisé dans huit usines. Aujourd'hui, les anciennes mines d'uranium sont presque toutes sous la responsabilité d'Orano.

On peut distinguer deux catégories de produits issus de l'exploitation des mines d'uranium :

- les stériles miniers, qui désignent les roches excavées pour accéder au minerai. La quantité de stériles miniers extraits est évaluée à environ 170 millions de tonnes ;
- les résidus de traitement, qui désignent les produits restants, après extraction de l'uranium contenu dans le minerai, par traitement statique ou dynamique. En France, ces résidus représentent 50 millions de tonnes, réparties dans 17 stockages. Ces sites sont des ICPE et leur impact sur l'environnement est contrôlé.

Le contexte réglementaire

Les mines d'uranium et leurs dépendances, ainsi que les conditions de leur fermeture, relèvent du [code minier](#). Les stockages de résidus miniers radioactifs relèvent de la rubrique 1735 de la nomenclature des ICPE. Les mines et les stockages de résidus miniers ne sont donc pas soumis au contrôle de l'ASN.

Dans le cas spécifique des anciennes mines d'uranium, un plan d'action a été défini par la [circulaire n° 2009-132 du 22 juillet 2009](#) du ministre chargé de l'environnement et du président de l'ASN du 22 juillet 2009, selon les axes de travail suivants :

- contrôler les anciens sites miniers ;
- améliorer la connaissance de l'impact environnemental et sanitaire des anciennes mines d'uranium et leur surveillance ;
- gérer les stériles (mieux connaître leurs utilisations et réduire les impacts si nécessaire) ;
- renforcer l'information et la concertation.

Le comportement à long terme des sites

Le réaménagement des sites de stockage de résidus de traitement d'uranium a été rendu possible par la mise en place d'une couverture solide sur les résidus, afin d'assurer une barrière de

protection géochimique et radiologique permettant de limiter les risques d'intrusion, d'érosion, de dispersion des produits stockés ainsi que des produits liés à l'exposition externe et interne des populations voisines.

Les études remises dans le cadre du PNGMDR ont permis d'améliorer les connaissances concernant :

- l'impact dosimétrique des stockages de résidus miniers sur l'homme et l'environnement, avec notamment la comparaison des données issues de la surveillance et des résultats de modélisation ;
- l'évaluation de l'impact dosimétrique à long terme des versés à stériles et des stériles dans le domaine public, en lien avec les résultats acquis dans le cadre de la circulaire du 22 juillet 2009 ;
- la stratégie à retenir pour l'évolution du traitement des eaux collectées sur les anciens sites miniers ;
- la relation entre les flux rejetés et l'accumulation de sédiments marqués dans les rivières et les lacs ;
- la méthodologie d'évaluation de la tenue à long terme des ouvrages ceinturant les stockages de résidus ;
- les phénomènes de transport de l'uranium des versés à stériles vers l'environnement ;
- les mécanismes régissant la mobilité de l'uranium et du radium au sein des résidus miniers uranifères.

Conformément à l'[avis n° 2016-AV-0255 de l'ASN du 9 février 2016](#), ces différentes études se sont poursuivies dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, ainsi que des travaux de deux groupes de travail technique portant sur :

- le maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium, dont le [rapport d'étape](#) a été publié sur le site de l'ASN ;
- la gestion des eaux issues des anciens sites miniers uranifères dont le [rapport d'étape](#) mené de 2018 à 2019 a été publié sur le site de l'ASN.

Les études demandées dans le cadre du PNGMDR 2016-2018 ont été réalisées dans la continuité des PNGMDR précédents.

Ainsi, Orano a transmis onze études entre janvier 2017 et février 2020 pour compléter les études remises antérieurement.

L'[avis PNGMDR n° 2021-AV-0374 de l'ASN du 4 février 2021](#) précise les études restant à réaliser pour répondre aux enjeux associés aux anciens sites miniers et rappelés ci-avant. Il

9. Les tubes de guide de grappes (TGG), actuellement entreposés dans les piscines des centrales nucléaires, servent à guider les grappes de commande dans les réacteurs. Ces pièces sont notablement activées, notamment en partie basse. Les TGG déposés sont considérés par EDF comme des déchets radioactifs, à traiter dans des filières d'élimination ou de traitement dédiées.

recommande la poursuite des travaux des deux groupes de travail cités ci-avant, et propose la création d'un troisième groupe dédié à la mise à jour de la méthodologie d'évaluation de l'impact à long terme des stockages de résidus de traitement miniers. Il précise, en particulier, les scénarios de dégradation à long terme de la couverture des stockages de résidus de traitement miniers, en lien avec les scénarios d'évolution des sites de stockages de déchets radioactifs et les travaux menés dans le cadre du groupe d'expertise pluraliste sur les sites miniers d'uranium du Limousin (GEP Limousin).

La gestion des stériles miniers réutilisés

Pour l'essentiel, les stériles sont restés sur leur site de production (en comblement des mines, pour les travaux de réaménagement ou sous forme de verses). Néanmoins, de 1 à 2% des stériles miniers ont pu être utilisés comme matériaux de remblai, de terrassement ou en tant que soubassements routiers dans des lieux publics situés à proximité des sites miniers. Si, depuis 1984, la réutilisation des stériles dans le domaine public fait l'objet d'une traçabilité, l'état des connaissances des réutilisations antérieures à 1984 reste incomplet. L'ASN et le ministère chargé de l'environnement ont demandé à Orano Mining, dans le cadre du plan d'action établi à la suite de la circulaire du 22 juillet 2009, de recenser les stériles miniers réutilisés dans le domaine public afin de vérifier la compatibilité des usages et d'en réduire les impacts si nécessaire.

Orano Mining a ainsi mis en œuvre un plan d'action qui se décline en trois grandes phases :

- survol aérien autour des anciens sites miniers français pour identifier des singularités radiologiques ;

- contrôle au sol des zones identifiées lors du survol pour vérifier la présence de stériles ;
- traitement des zones d'intérêt incompatibles avec l'usage des sols.

La deuxième phase de ce plan d'action a été achevée en 2014. Le ministère chargé de l'environnement a défini les modalités de gestion des cas de présence avérée de stériles miniers dans une instruction aux préfets du 8 août 2013 et l'instruction complémentaire du 4 avril 2014. Ces travaux ont été réalisés depuis 2015 sur des sites classés comme prioritaires, c'est-à-dire dont le calcul de dose efficace annuelle ajoutée hors radon dû à la présence de stériles sur des scénarios génériques dépasse la valeur de 0,6 millisievert par an (mSv/an) sur la base d'une étude d'impact radiologique.

Dans le cadre du [PNGMDR 2016-2018](#), un bilan des actions menées lors du recensement des stériles dans le domaine public a été transmis par Orano en janvier 2018 et complété en octobre 2019. L'ASN estime que le recensement réalisé des verses à stérile et des stériles miniers dans le domaine public apparaît complet. Sur la base de ce recensement, des mesures correctives ont été mises en œuvre pour les situations présentant une exposition annuelle moyenne supérieure à 0,6 mSv/an dans le domaine public, ou pour une exposition au radon susceptible d'être d'origine anthropique à des niveaux supérieurs à 2 500 becquerels par mètre cube (Bq/m³).

4. La gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives

Un [site pollué](#) par des substances radioactives se définit comme un site qui, du fait d'anciens dépôts de substances ou déchets radioactifs, d'utilisation ou d'infiltration de substances radioactives ou d'activation radiologique de matériaux, présente une pollution radioactive susceptible de provoquer une nuisance ou un risque durable pour les personnes ou l'environnement.

La pollution par des substances radioactives peut résulter d'activités industrielles, artisanales, médicales ou de recherche impliquant des substances radioactives. Elle peut concerner les lieux d'exercice de ces activités, mais également leur voisinage, immédiat ou plus éloigné. Les activités concernées sont, en général, soit des activités nucléaires, telles que définies par le code de la santé publique, soit des activités concernées par la radioactivité naturelle.

Toutefois, la plupart des sites pollués par des substances radioactives nécessitant actuellement une gestion ont été le siège d'activités industrielles passées, à une époque où la perception des risques liés à la radioactivité n'était pas la même qu'aujourd'hui. Les principaux secteurs industriels à l'origine des pollutions radioactives actuellement recensées sont l'extraction du radium pour les besoins de la médecine et pour la parapharmacie, au début du XX^e siècle jusqu'à la fin des années 1930, la fabrication et l'application de peintures radioluminescentes pour la vision nocturne, ainsi que les industries exploitant des minerais tels que la monazite ou le zircon. La gestion d'un site pollué par des substances radioactives est une gestion au cas par cas, qui nécessite de disposer d'un diagnostic précis du site.

L'article L. 125-6 du code de l'environnement prévoit que l'État élabore, au regard des informations dont il dispose, des secteurs d'information sur les sols. Ceux-ci doivent comprendre les terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie, notamment

en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et la mise en œuvre de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé, la salubrité publique et l'environnement. Le [décret n° 2015-1353 du 26 octobre 2015](#) définit les modalités d'application de ce dispositif.

Les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) pilotent la démarche d'élaboration des secteurs d'information sur les sols sous l'autorité des préfets. Les divisions territoriales de l'ASN y contribuent en informant les Dreal des sites présentant des pollutions liées à des substances radioactives dont elles ont connaissance. La démarche d'élaboration de ces secteurs d'information est progressive et n'a pas vocation à être exhaustive. À terme, ces sites ont vocation à être inscrits dans les documents d'urbanisme.

Plusieurs inventaires des sites pollués sont disponibles pour le public et sont complémentaires : l'[inventaire national](#) de l'Andra, mis à jour tous les 3 ans, qui comprend les sites identifiés comme pollués par des substances radioactives (l'édition de 2018 est disponible sur [andra.fr](#)), ainsi que les [bases de données](#) consacrées aux sites et sols pollués du ministère chargé de l'environnement.

L'ASN estime par ailleurs que les parties prenantes et les publics concernés doivent être impliqués le plus en amont possible dans la démarche de réhabilitation d'un site pollué par des substances radioactives.

En application du principe « pollueur-payeur » inscrit dans le code de l'environnement les responsables de la pollution financent les opérations de réhabilitation du site pollué et de l'élimination des déchets qui résultent de ces opérations. En cas de défaillance des responsables, l'Andra assure, au titre de sa mission de service public et sur réquisition publique, la remise en état des sites de pollutions radioactives.

Action de l'ASN concernant les différents sites miniers d'uranium et sols pollués par des substances radioactives

Les mines d'uranium et leurs dépendances, ainsi que les conditions de leur fermeture, relèvent du code minier. Les stockages de résidus miniers radioactifs relèvent de l'arrêté 1735 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Le contrôle des modalités de gestion des résidus ou des stériles miniers en dehors des sites de production ou des stockages sont de la responsabilité du préfet, sur propositions des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal).

Ainsi, les mines, les stockages de résidus miniers, les modalités de gestion des résidus ou des stériles miniers dans le domaine public ou la gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives sans responsable solvable ne sont donc pas soumis au contrôle de l'ASN. L'ASN intervient en appui des services de l'État, à leur demande, en ce qui concerne la radioprotection des travailleurs et du public, ainsi que les filières de gestion des déchets, des résidus et des stériles miniers. De plus, dans le cadre du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), l'ASN rend des avis sur les études remises

afin, par exemple, d'améliorer les connaissances sur l'évolution de l'impact radiologique à long terme des anciens sites miniers sur le public et l'environnement.

L'ASN peut, à la demande de l'autorité compétente, émettre des avis quant à la gestion de ces sites. En octobre 2012, l'ASN a arrêté sa [doctrine](#) en matière de gestion des sites pollués par des substances radioactives qui précise les principes fondamentaux qu'elle retient. Dans l'hypothèse où, en fonction des caractéristiques du site, la démarche de référence d'assainissement complet poserait des difficultés de mise en œuvre, il convient, en tout état de cause, d'aller aussi loin que raisonnablement possible dans le processus d'assainissement et d'apporter les éléments, d'ordre technique ou économique, justifiant que les opérations d'assainissement ne peuvent être davantage poussées et sont compatibles avec l'usage établi ou envisagé du site.

La doctrine de l'ASN définit des dispositions à prendre dans le cas où l'assainissement complet n'est pas atteint. Sur la base du retour d'expérience et de l'évolution réglementaire opérée en 2018, l'ASN a engagé des réflexions sur cette doctrine.

Dans le cas des sites et sols pollués sans responsable connu, l'État assure le financement de leur assainissement, par une subvention publique prévue à l'article L. 542-12-1 du code de l'environnement. La Commission nationale des aides dans le domaine radioactif ([CNAR](#)) émet des avis sur l'utilisation de cette subvention, tant sur les priorités d'attribution des fonds que sur les stratégies de traitement des sites pollués et sur les principes de prise en charge aidée des déchets.

Au titre de l'article D. 542-15 du code de l'environnement, la composition de la CNAR est la suivante :

- des « membres de droit », les représentants des ministères chargés de l'environnement et de l'énergie, de l'Andra, de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, de l'IRSN, du CEA, de l'ASN et de l'association des maires de France ;
- des membres mandatés pour 4 ans par les ministres en charge de l'énergie, de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (le président de la CNAR, deux représentants d'associations environnementales et un représentant d'un établissement public foncier).

Par arrêté du 21 mars 2019, les membres mandatés ont été nommés à la CNAR. La commission s'est réunie quatre fois en 2020, notamment sur les dossiers relatifs à la reprise d'objets radioactifs détenus par des particuliers, la gestion de sites pollués ou la gestion de terres issues de l'assainissement d'anciens sites historiques, comme le cas des terres de l'usine Bayard.

Lorsque la pollution est due à une installation relevant d'une police spéciale (INB, ICPE ou activité nucléaire relevant du code de la santé publique), la gestion de ces sites relève du même régime de contrôle. Dans le cas contraire, le préfet contrôle les mesures prises en matière de gestion du site pollué.

En matière de gestion des sites pollués radioactifs relevant du régime des ICPE et du code de la santé publique, que le responsable soit solvable ou défaillant, le préfet s'appuie sur l'avis de l'inspection des installations classées, de l'ASN et de l'agence régionale de santé pour valider le projet de réhabilitation du site et encadre la mise en œuvre des mesures de réhabilitation par arrêté préfectoral. Ainsi, l'ASN peut être sollicitée par les services préfectoraux et l'inspection des installations classées pour rendre son avis sur les objectifs d'assainissement d'un site.

LISTE DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE AU 31 DÉCEMBRE 2020

Sites contrôlés par les divisions territoriales de l'ASN

BORDEAUX

- 1 ▲ Blayais 2 ▲ Golfech
3 ▲ Civaux

CAEN

- 4 ▲ Brennilis
5 ▲ La Hague
6 ● Caen 7 ▲ Paluel
8 ▲ Flamanville
9 ▲ Penly

CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE

- 10 ▲ Nogent-sur-Seine
11 ▲ Soulaïnes-Dhuys
12 ▲ Chooz

LILLE

- 13 ▲ Gravelines

LYON

- 14 ● Grenoble 15 ▲ Bugey
16 ▲ Romans-sur-Isère
17 ● Dagneux 18 ▲ Tricastin
19 ▲ Cruas-Meysses 20 ▲ Saint-Alban
21 ● Creys-Malville

MARSEILLE

- 22 ● Cadarache 23 ▲ Marcoule
24 ● Marseille 25 ● Malvési

NANTES

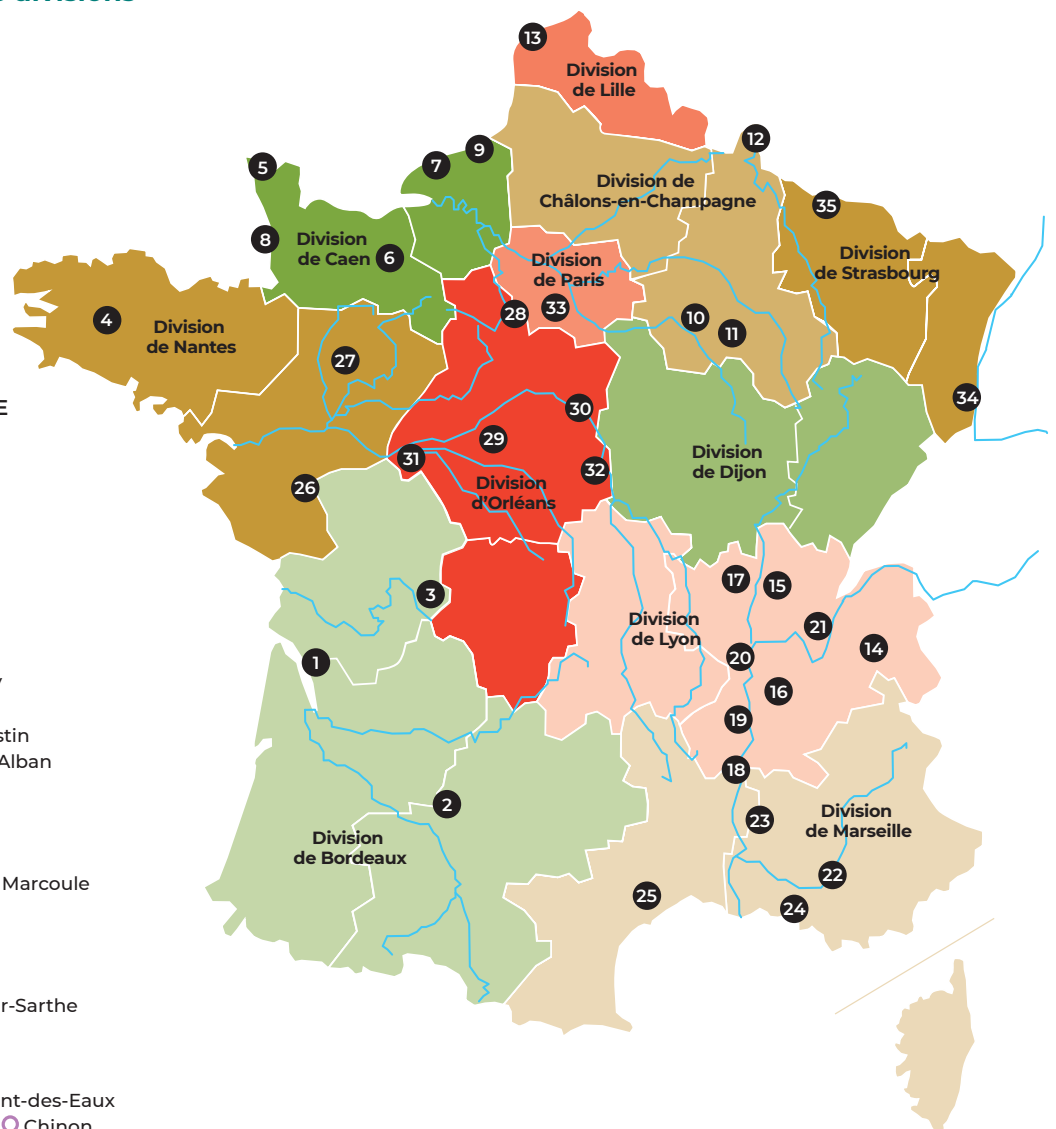
- 26 ● Pouzauges 27 ● Sablé-sur-Sarthe

ORLÉANS

- 28 ● Saclay 29 ● Saint-Laurent-des-Eaux
30 ▲ Dampierre-en-Burly 31 ● Chinon
32 ▲ Belleville-sur-Loire
33 ● Fontenay-aux-Roses

STRASBOURG

- 34 ▲ Fessenheim 35 ▲ Cattenom



TYPES D'INSTALLATIONS

- ▲ Centrales nucléaires ■ Stockages de déchets
■ Usines ● Autres
● Installations de recherche



Pour assurer le contrôle de l'ensemble des activités et installations nucléaires civiles en France, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est dotée d'une organisation territoriale s'appuyant sur onze divisions basées à [Bordeaux](#), [Caen](#), [Châlons-en-Champagne](#), [Dijon](#), [Lille](#), [Lyon](#), [Marseille](#), [Nantes](#), [Orléans](#), [Paris](#) et [Strasbourg](#).

Les divisions de Caen et d'Orléans interviennent respectivement dans les régions Bretagne et Île-de-France pour le contrôle des installations nucléaires de base (INB). La division de Paris intervient dans les régions d'outre-mer et le département de Mayotte et celle de Marseille dans la collectivité de Corse pour le contrôle de la radioprotection et du transport de substances radioactives.

Est qualifiée d'installation nucléaire de base (INB) une installation qui, de par sa nature, ou en raison de la quantité ou de l'activité des substances radioactives qu'elle contient, est soumise à un régime spécifique de contrôle défini par le [code de l'environnement](#) (titre IX de son livre V). Ces installations doivent être autorisées par décret pris après enquête publique et avis de l'ASN. Leurs conception, construction, exploitation et démantèlement sont réglementés.

Sont des INB :

1. les réacteurs nucléaires ;
2. les grandes installations de préparation, d'enrichissement, de fabrication, de traitement ou d'entreposage de combustibles nucléaires ou de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets radioactifs ;
3. les grandes installations contenant des substances radioactives ou fissiles ;
4. les grands accélérateurs de particules ;
5. les centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs.

Sauf pour les réacteurs nucléaires et les éventuels futurs centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs qui sont tous des INB, la section 1 intitulée « [Nomenclature des installations nucléaires de base](#) » du chapitre III du titre IX du livre V de la partie réglementaire du code de l'environnement fixe, pour chaque catégorie, les seuils d'entrée dans le régime des INB.

Pour des raisons techniques ou juridiques, le concept d'INB peut recouvrir des réalités physiques différentes : ainsi, sur un centre nucléaire de production d'électricité, chaque réacteur peut être considéré comme une INB particulière, ou bien une même INB peut être constituée de deux réacteurs. De même, une usine du « cycle du combustible » ou un centre du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) peut être constitué de plusieurs INB. Ces différentes configurations ne changent rien aux conditions de contrôle.

Relèvent du régime des INB :

- les installations en construction, dès lors qu'elles ont fait l'objet d'un décret d'autorisation de création ;
- les installations en fonctionnement ;
- les installations à l'arrêt et en cours de démantèlement, jusqu'à leur déclassement par l'ASN.

Au 31 décembre 2020, le nombre d'INB (au sens d'entités juridiques) était de 124.

Les INB déclarées sont celles qui existaient antérieurement à la publication du [décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963](#) relatif aux installations nucléaires et que ni ledit décret ni le code de l'environnement n'ont soumis à autorisation mais à déclaration au titre du bénéfice des droits acquis (voir articles L. 593-35 et L. 593-36 du code de l'environnement).

Les numéros d'INB manquants correspondent à des installations ayant figuré dans des éditions précédentes de la liste, mais ne constituant plus des INB à l'issue de leur déclassement (voir chapitre 13) ou ayant été autorisées comme nouvelles INB.

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB
INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE BORDEAUX				
1 Blayais	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS (réacteurs 1 et 2) 33820 Saint-Ciers-sur-Gironde (Gironde)	EDF	Réacteurs	86
1 Blayais	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS (réacteurs 3 et 4) 33820 Saint-Ciers-sur-Gironde (Gironde)	EDF	Réacteurs	110
2 Golfech	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GOLFECH (réacteur 1) 82400 Golfech (Tarn-et-Garonne)	EDF	Réacteur	135
2 Golfech	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GOLFECH (réacteur 2) 82400 Golfech (Tarn-et-Garonne)	EDF	Réacteur	142
3 Civaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CIVAUX (réacteur 1) BP 1 - 86320 Civaux (Vienne)	EDF	Réacteur	158
3 Civaux	Centrale nucléaire de Civaux (réacteur 2) BP 1 - 86320 Civaux (Vienne)	EDF	Réacteur	159
INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE CAEN				
4 Brennilis	MONTS D'ARRÉE (EL 4 D) 29530 Loqueffret (Finistère)	EDF	Réacteur	162
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES IRRADIÉS (UP 2-400) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	33
5 La Hague	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DÉCHETS SOLIDES (STE 2) ET ATELIER DE TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES OXYDE (ATI) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	38
5 La Hague	ATELIER ELAN IIB 50100 Cherbourg (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	47
5 La Hague	CENTRE DE STOCKAGE DE LA MANCHE (CSM) 50440 Digulleville (Manche)	Andra	Stockage de substances radioactives	66
5 La Hague	ATELIER HAUTE ACTIVITÉ OXYDE (HAO) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	80
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES IRRADIÉS PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU ORDINAIRE (UP 3-A) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	116
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES IRRADIÉS PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU ORDINAIRE (UP 2-800) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	117
5 La Hague	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS LIQUIDES ET DES DÉCHETS SOLIDES (STE 3) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	118
6 Caen	GRAND ACCÉLÉRATEUR NATIONAL D'IONS LOURDS (GANIL) 14021 Caen Cedex (Calvados)	G.I.E. GANIL	Accélérateur de particules	113
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 1) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	103
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 2) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	104
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 3) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	114
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 4) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	115
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 1) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	108
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 2) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	109
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 3 - EPR) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	167
9 Penly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PENLY (réacteur 1) 76370 Neuville-lès-Dieppe (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	136
9 Penly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PENLY (réacteur 2) 76370 Neuville-lès-Dieppe (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	140
INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE				
10 Nogent-sur-Seine	CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT-SUR-SEINE (réacteur 1) 10400 Nogent-sur-Seine (Aube)	EDF	Réacteur	129
10 Nogent-sur-Seine	CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT-SUR-SEINE (réacteur 2) 10400 Nogent-sur-Seine (Aube)	EDF	Réacteur	130
11 Soullaines-Dhuys	CENTRE DE STOCKAGE DE L'AUBE (CSA) 10200 Bar-sur-Aube (Aube)	Andra	Stockage en surface de substances radioactives	149
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHOOZ B (réacteur 1) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	139
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHOOZ B (réacteur 2) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	144
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DES ARDENNES (CNA-D) (CHOOZ A) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	163

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB
INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE LILLE				
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 1 et 2) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	96
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 3 et 4) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	97
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 5 et 6) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	122
INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE LYON				
14 Grenoble	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DÉCHETS SOLIDES (STED) 38041 Grenoble Cedex (Isère)	CEA	Transformation de substances radioactives	36
14 Grenoble	RÉACTEUR À HAUT FLUX (RHF) 38041 Grenoble Cedex (Isère)	Institut Max Von Laue Paul Langevin (ILL)	Réacteur	67
14 Grenoble	ENTREPOSAGE DE DÉCROISSANCE (STD) 38041 Grenoble Cedex (Isère)	CEA	Entreposage de substances radioactives	79
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteur 1) BP 60120 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteur	45
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteurs 2 et 3) BP 60120 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteurs	78
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteurs 4 et 5) BP 60120 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteurs	89
15 Bugey	MAGASIN INTERRÉGIONAL DU BUGEY (MIR) BP 60120 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Entreposage de combustible neuf	102
15 Bugey	INSTALLATION DE CONDITIONNEMENT ET D'ENTREPOSAGE DE DÉCHETS ACTIVÉS (ICEDA) 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	173
16 Romans-sur-Isère	UNITÉ DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES (FBFC) 26104 Romans-sur-Isère Cedex (Drôme)	Framatome	Fabrication de substances radioactives	98
16 Romans-sur-Isère	USINE DE FABRICATION D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES (CERCA) 26104 Romans-sur-Isère Cedex (Drôme)	Framatome	Fabrication de substances radioactives	63
17 Dagneux	INSTALLATION D'IONISATION DE DAGNEUX Z.I. Les Chartinières 01120 Dagneux (Ain)	Ionisos	Utilisation de substances radioactives	68
18 Tricastin	CENTRALE NUCLÉAIRE DU TRICASTIN (réacteurs 1 et 2) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	EDF	Réacteurs	87
18 Tricastin	CENTRALE NUCLÉAIRE DU TRICASTIN (réacteurs 3 et 4) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	EDF	Réacteurs	88
18 Tricastin	USINE GEORGES BESSE DE SÉPARATION DES ISOTOPES DE L'URANIUM PAR DIFFUSION GAZEUSE (EURODIF) 26702 Pierrelatte Cedex (Drôme et Vaucluse)	Orano Chimie-Enrichissement	Transformation de substances radioactives	93
18 Tricastin	USINE DE PRÉPARATION D'HEXAFLUORURE D'URANIUM (COMURHEX) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	Orano Chimie-Enrichissement	Transformation de substances radioactives	105
18 Tricastin	INSTALLATION D'ASSAINISSEMENT ET DE RÉCUPÉRATION DE L'URANIUM (IARU) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme et Vaucluse)	Orano Chimie-Enrichissement	Usine	138
18 Tricastin	INSTALLATION TU5 et W BP 16 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie-Enrichissement	Transformation de substances radioactives	155
18 Tricastin	BASE CHAUDE OPÉRATIONNELLE DU TRICASTIN (BCOT) BP 127 84500 Bollène (Vaucluse)	EDF	Maintenance nucléaire	157
18 Tricastin	USINE GEORGES BESSE II DE SÉPARATION DES ISOTOPES DE L'URANIUM PAR CENTRIFUGATION (GB II) 84500 Bollène, 26702 Pierrelatte Cedex et 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme et Vaucluse)	Orano Chimie-Enrichissement	Transformation de substances radioactives	168
18 Tricastin	AREVA TRICASTIN LABORATOIRES D'ANALYSES (ATLAS) 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie-Enrichissement	Laboratoire destiné à l'utilisation de substances radioactives	176
18 Tricastin	PARCS URANIFÈRES DU TRICASTIN 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie-Enrichissement	Entreposage de matières radioactives	178
18 Tricastin	P35 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie-Enrichissement	Entreposage de matières radioactives	179
19 Cruas-Meysses	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS (réacteurs 1 et 2) 07350 Cruas (Ardèche)	EDF	Réacteurs	111
19 Cruas-Meysses	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS (réacteurs 3 et 4) 07350 Cruas (Ardèche)	EDF	Réacteurs	112
20 Saint-Alban	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN (réacteur 1) 38550 Le Péage-de-Roussillon (Isère)	EDF	Réacteur	119
20 Saint-Alban	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN (réacteur 2) 38550 Le Péage-de-Roussillon (Isère)	EDF	Réacteur	120
21 Creys-Malville	RÉACTEUR SUPERPHÉNIX 38510 Morestel (Isère)	EDF	Réacteur	91
21 Creys-Malville	ATELIER POUR L'ENTREPOSAGE DU COMBUSTIBLE (APEC) 38510 Creys-Mépieu (Isère)	EDF	Entreposage de substances radioactives	141

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB
INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE MARSEILLE				
22 Cadarache	INSTALLATION DE STOCKAGE PROVISoire et INSTALLATION D'ENTREPOSAGE À SEC DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES IRRADIÉS (PEGASE-CASCAD) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Entreposage de substances radioactives	22
22 Cadarache	CABRI 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	24
22 Cadarache	RAPSODIE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	25
22 Cadarache	ATELIER DE TECHNOLOGIE DU PLUTONIUM (ATPu) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication ou transformation de substances radioactives	32
22 Cadarache	STATION DE TRAITEMENT DES DÉCHETS (STD) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	37-A
22 Cadarache	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS (STE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	37-B
22 Cadarache	MASURCA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	39
22 Cadarache	ÉOLE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	42
22 Cadarache	ATELIER D'URANIUM ENRICHI (ATUE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication de substances radioactives	52
22 Cadarache	MAGASIN CENTRAL DES MATIÈRES FISSILES (MCMF) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Dépôt de substances radioactives	53
22 Cadarache	LABORATOIRE DE PURIFICATION CHIMIQUE (LPC) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	54
22 Cadarache	LABORATOIRE D'EXAMENS DES COMBUSTIBLES ACTIFS (LECA) et STATION DE TRAITEMENT, D'ASSAINISSEMENT ET DE RECONDITIONNEMENT DE COMBUSTIBLES IRRADIÉS (STAR) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Utilisation de substances radioactives	55
22 Cadarache	PARC D'ENTREPOSAGE DES DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Entreposage de substances radioactives	56
22 Cadarache	PHÉBUS 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	92
22 Cadarache	MINERVE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	95
22 Cadarache	LABORATOIRE D'ÉTUDES DE FABRICATIONS EXPÉRIMENTALES DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES AVANCÉS (LEFCA) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication de substances radioactives	123
22 Cadarache	CHICADE BP 1 - 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Laboratoire de recherche et développement	156
22 Cadarache	CEDRA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	164
22 Cadarache	MAGENTA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réception et expédition de matières nucléaires	169
22 Cadarache	ATELIER DE GESTION AVANCÉE ET DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS (AGATE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	171
22 Cadarache	RÉACTEUR JULES HOROWITZ (RJH) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	172
22 Cadarache	ITER 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	Organisation internationale ITER	Expérimentation de réaction de fusion nucléaire dans des plasmas de tritium et deutérium	174
23 Marcoule	PHÉNIX 30205 Bagnols-sur-Cèze Cedex (Gard)	CEA	Réacteur	71
23 Marcoule	ATALANTE 30200 Chusclan (Gard)	CEA	Laboratoire de recherche et développement et étude de production des actinides	148
23 Marcoule	USINE DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES (MELOX) BP 2 - 30200 Chusclan (Gard)	Orano Recyclage	Fabrication de substances radioactives	151
23 Marcoule	CENTRACO 30200 Codolet (Gard)	Cyclife France	Traitement de déchets et effluents radioactifs	160
23 Marcoule	GAMMATEC 30200 Chusclan (Gard)	Synergy Health Marseille	Traitement par ionisation de matériaux, produits et matériels, à des fins industrielles et à des fins de recherche et de développement	170
23 Marcoule	DIADEM 30200 Chusclan (Gard)	CEA	Entreposage de déchets radioactifs solides	177
24 Marseille	INSTALLATION D'IONISATION (GAMMASTER) M.I.N. 712 13323 Marseille Cedex 14 (Bouches-du-Rhône)	Synergy Health Marseille	Installation d'ionisation	147
25 Malvésí	ENTREPOSAGE CONFINÉ DE RÉSIDUS ISSUS DE LA CONVERSION (ÉCRIN) 11100 Narbonne (Aude)	Orano Chimie-Enrichissement	Entreposage de substances radioactives	175

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB
INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE NANTES				
26 Pouzauges	INSTALLATION D'IONISATION DE POUZAUGES Z.I. de Monlifant 85700 Pouzauges (Vendée)	Ionisos	Installation d'ionisation	146
27 Sablé-sur-Sarthe	INSTALLATION D'IONISATION DE SABLÉ-SUR-SARTHE Z.I. de l'Aubrée 72300 Sablé-sur-Sarthe (Sarthe)	Ionisos	Installation d'ionisation	154
INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION D'ORLÉANS				
28 Saclay	ULYSSE 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Réacteur	18
28 Saclay	USINE DE PRODUCTION DE RADIOÉLÉMENTS ARTIFICIELS (UPRA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CIS bio international	Fabrication ou transformation de substances radioactives	29
28 Saclay	ZONE DE GESTION DES EFFLUENTS LIQUIDES (STELLA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Transformation de substances radioactives	35
28 Saclay	OSIRIS-ISIS 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Réacteurs	40
28 Saclay	LABORATOIRE DE HAUTE ACTIVITÉ (LHA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	49
28 Saclay	LABORATOIRE D'ESSAIS SUR COMBUSTIBLES IRRADIÉS (LECI) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	50
28 Saclay	ZONE DE GESTION DE DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES (ZGDS) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Entreposage et conditionnement de substances radioactives	72
28 Saclay	INSTALLATIONS D'IRRADIATION (POSÉIDON) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	77
28 Saclay	ORPHÉE 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Réacteur	101
29 Saint-Laurent-des-Eaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX (réacteurs A1 et A2) 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Réacteurs	46
29 Saint-Laurent-des-Eaux	SILOS D'ENTREPOSAGE DE CHEMISES DE GRAPHITE 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Entreposage de substances radioactives	74
29 Saint-Laurent-des-Eaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX (réacteurs B1 et B2) 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Réacteurs	100
30 Dampierre-en-Burly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE-EN-BURLY (réacteurs 1 et 2) 45570 Ouzouer-sur-Loire (Loiret)	EDF	Réacteurs	84
30 Dampierre-en-Burly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE-EN-BURLY (réacteurs 3 et 4) 45570 Ouzouer-sur-Loire (Loiret)	EDF	Réacteurs	85
31 Chinon	ATELIER DES MATÉRIAUX IRRADIÉS (AMI) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Utilisation de substances radioactives	94
31 Chinon	MAGASIN INTERRÉGIONAL DE CHINON (MIR) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Entreposage de combustible neuf	99
31 Chinon	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON (réacteurs B1 et B2) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteurs	107
31 Chinon	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON (réacteurs B3 et B4) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteurs	132
31 Chinon	CHINON A1 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	133
31 Chinon	CHINON A2 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	153
31 Chinon	CHINON A3 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	161
32 Belleville-sur-Loire	CENTRALE NUCLÉAIRE DE BELLEVILLE-SUR-LOIRE (réacteur 1) 18240 Léré (Cher)	EDF	Réacteur	127
32 Belleville-sur-Loire	CENTRALE NUCLÉAIRE DE BELLEVILLE-SUR-LOIRE (réacteur 2) 18240 Léré (Cher)	EDF	Réacteur	128
33 Fontenay-aux-Roses	PROCÉDÉ 92265 Fontenay-aux-Roses Cedex (Hauts-de-Seine)	CEA	Installation de recherche	165
33 Fontenay-aux-Roses	SUPPORT 92265 Fontenay-aux-Roses Cedex (Hauts-de-Seine)	CEA	Installation de traitement d'effluents et d'entreposage de déchets	166
INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE STRASBOURG				
34 Fessenheim	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FESSENHEIM (réacteurs 1 et 2) 68740 Fessenheim (Haut-Rhin)	EDF	Réacteurs	75
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 1) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	124
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 2) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	125
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 3) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	126
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 4) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	137

Crédits photos et infographies

Éditorial du collège: p. 2: ASN/V. Bourdon.

Éditorial du directeur général: p. 8: ASN/V. Bourdon.

Faits marquants: p. 22: ASN/Sipa/G. Souvant;

p. 24: EDF – Matthieu Colin – Toma; p. 30: ASN/N. Robin;

p. 31: ASN; p. 32: ASN/W. Guidarini.

Chapitre 1: p. 101: ASN/H. Samson; p. 103-107-110: ASN;

p. 105: Collection La Contemporaine.

Chapitre 2: p. 121: ASN/V. Bourdon; p. 131-132-133: ASN.

Chapitre 3: p. 147: ASN/Sipa/X. Malafosse; p. 162: Orano.

Chapitre 4: p. 173: ASN/Sipa/P. Magne; p. 175-176-182: ASN.

Chapitre 5: p. 185: ASN/V. Bourdon; p. 187: ASN/Sipa/P. Magne.

Chapitre 6: p. 195: Pti Per; p. 204: CSN.

Chapitre 7: p. 207: ASN/Sipa/C. Fouquin.

Chapitre 8: p. 239: ASN/Sipa/F. Scheiber; p. 255-264-265: ASN.

Chapitre 9: p. 269: ASN/Sipa/X. Malafosse; p. 271: ASN.

Chapitre 10: p. 287-321: EDF – Antoine Soubigou;

p. 289-290-291-293-317: ASN; p. 308: ASN/Appa/G. Arroyo;

p. 322: EDF Flamanville.

Chapitre 11: p. 325: Orano/Larrayadieu Eric; p. 328-329: ASN.

Chapitre 12: p. 335-337: ASN; p. 337: CEA;

p. 339: ITER Organization.

Chapitre 13: p. 343: EDF – Stéphanie Jayet – Toma;

p. 348-350-353: ASN.

Chapitre 14: p. 359: Andra/A. Daste; p. 368: Andra; p. 371: ASN.

Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2020

15 rue Louis Lejeune – 92120 Montrouge

Centre d'information du public

Tél.: 33 (0)1 46 16 41 46 – E-mail: info@asn.fr

Directeur de la publication: Bernard Doroszczuk, Président

Rédactrice en chef: Marie-Christine Bardet

Secrétaire de rédaction: Fabienne Covard

Iconographie: Olivier Javay

ISSN 1967 – 5127

N° imprimeur: 14041-5-2021 – **Dépôt légal:** mai 2021

Conception et réalisation: BRIEF

Impression: Imprimerie Fabrègue



PEFC



AUTORITÉ
DE SÛRETÉ
NUCLÉAIRE

Faire progresser la sûreté
nucléaire et la radioprotection