

CHAPITRE 21

NOYAU DUR POST-FUKUSHIMA

21.0 EXIGENCES

21.1 DESCRIPTION DU NOYAU DUR



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 21

SECTION 0

PAGE 1/6

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

SOMMAIRE

.21.0 EXIGENCES	2
1. HISTORIQUE	2
2. OBJECTIF DE SÛRETÉ DU NOYAU DUR	2
3. FONCTIONS DU NOYAU DUR	2
4. AGRESSIONS EXTERNES RETENUES POUR LE NOYAU DUR	3
4.1. SÉISME	3
4.2. INONDATION	4
4.3. TORNADE	4
5. EXIGENCES APPLICABLES AUX DISPOSITIONS DU NOYAU DUR	5
LISTE DES RÉFÉRENCES	6

.21.0 EXIGENCES

1. HISTORIQUE

Après l'accident nucléaire survenu sur la centrale de Fukushima Daiichi le 11 mars 2011, l'ASN a demandé aux exploitants d'INB de mener des Evaluations Complémentaires de la Sûreté (ECS) de leurs installations nucléaires vis-à-vis d'événements de même nature que ceux survenus à Fukushima [Réf \[1\]](#). Les résultats de ces évaluations ont été transmis à l'ASN en septembre 2011 [Réf \[2\]](#).

A l'issue de ces évaluations complémentaires, l'ASN a fixé de nouvelles exigences réglementaires [Réf \[3\]](#), [Réf \[4\]](#) à EDF, dont la mise en place d'un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles avec pour objectif d'éviter des rejets radioactifs massifs et des effets durables dans l'environnement pour des situations extrêmes potentiellement consécutives à une agression externe extrême.

2. OBJECTIF DE SÛRETÉ DU NOYAU DUR

Le noyau dur est un ensemble de moyens matériels et organisationnels robustes visant à éviter des rejets radioactifs massifs et des effets durables dans l'environnement pour des situations potentiellement consécutives à une agression externe extrême.

Cet objectif concerne les rejets de produits de fission à vie longue, afin de limiter la mise en œuvre de contre-mesures durables sur les populations.

Les agressions externes extrêmes (i. e. dont le niveau de sévérité dépasse celui considéré dans le référentiel de sûreté des installations) prises en compte sont les suivantes :

- le séisme,
- l'inondation (dont pluies de forte intensité) et les phénomènes naturels pouvant être liés à l'inondation (vents extrêmes, foudre, grêle),
- la tornade.

Les niveaux d'aléas retenus pour ces agressions extrêmes sont précisés au [§ 4.](#)

Les situations extrêmes supposées pouvoir résulter de ces agressions, et prises en compte pour la définition du noyau dur sont les suivantes :

- la perte totale des alimentations électriques du site n'appartenant pas au noyau dur,
- la perte totale de la source froide du site n'appartenant pas au noyau dur,
- le cumul de la perte totale des alimentations électriques et de la perte totale de la source froide n'appartenant pas au noyau dur.

3. FONCTIONS DU NOYAU DUR

Le noyau dur assure la fonction de refroidissement du cœur et d'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur lorsque le circuit primaire est pressurisable. Le noyau dur permet des stratégies de conduite privilégiant le refroidissement par les circuits secondaires en conservant l'intégrité du circuit primaire principal.

Le noyau dur permet le maintien de l'intégrité de la troisième barrière de confinement lorsqu'elle est initialement intègre (tampon d'accès matériels et sas d'accès personnel fermés) et la prévention des situations de bipasse de cette barrière.

Les dispositions du noyau dur retenues pour limiter les rejets radioactifs prennent en compte les cas de fusion totale du cœur et de percement de la cuve.

Le noyau dur assure la fonction de non-dénoyage des assemblages combustibles dans la piscine d'entreposage et les compartiments de manutention des assemblages combustibles.

4. AGRESSIONS EXTERNES RETENUES POUR LE NOYAU DUR

Les agressions externes prises en compte sont les suivantes :

- le séisme,
- l'inondation (dont pluies de forte intensité) et les phénomènes naturels pouvant être liés à l'inondation (vents extrêmes, foudre, grêle),
- la tornade.

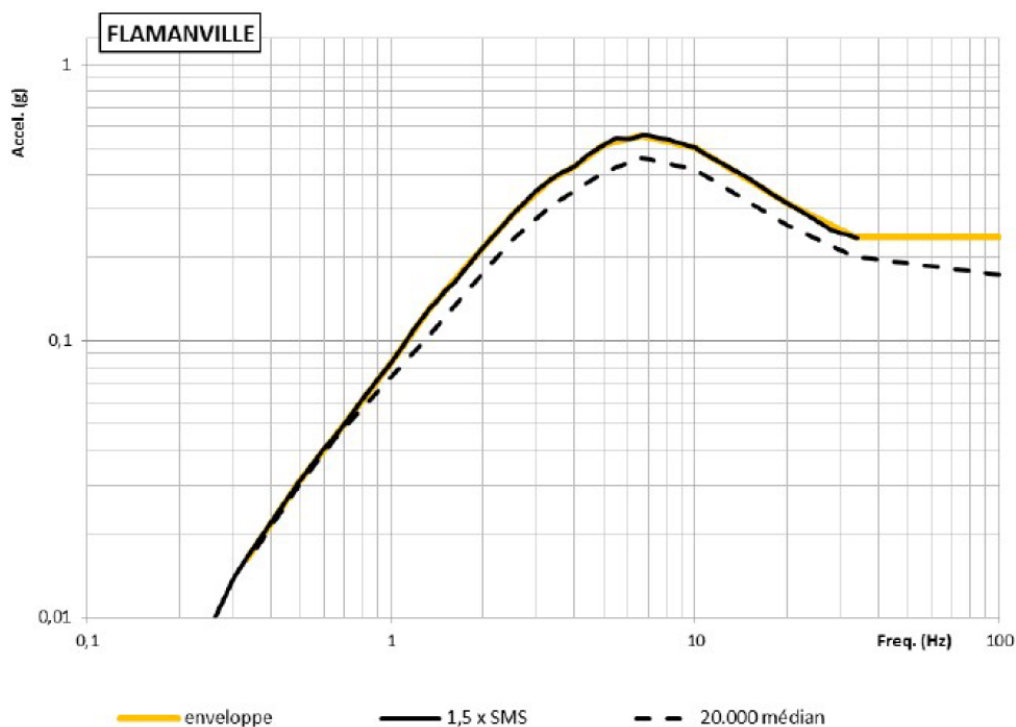
4.1. SÉISME

Les fonctions permettant d'atteindre l'objectif de sûreté du noyau dur, assurées par des dispositions matérielles (Systèmes, Structures, Composants), doivent être robustes au niveau sismique retenu pour le Noyau Dur (SND).

L'aléa sismique, à prendre en compte pour les SSC du noyau dur, défini par un spectre de réponse, doit :

- être enveloppe du séisme majoré de sécurité (SMS) de site, majoré de 50%,
- être enveloppe des spectres de site définis de manière probabiliste avec une période de retour de 20 000 ans (UHS 20000 ans),
- prendre en compte pour sa définition, les effets de site particuliers et notamment la nature des sols.

La figure suivante représente le spectre SMS majoré de 50%, le spectre UHS 20000 ans et le spectre enveloppe pour le site de Flamanville (spectres à 5% d'amortissement).



4.2. INONDATION

Deux phénomènes d'inondations externes sont à considérer : d'une part les inondations externes associées à la montée du niveau de la source froide et d'autre part les inondations par déversement direct sur la plateforme par des pluies de forte intensité ou suite à la ruine d'ouvrages d'eau sur la plate-forme (au titre des effets induits par le séisme).

Le site de Flamanville n'est pas inondable par montée statique de la source froide, mais est sensible au risque de franchissements induits par la houle de niveau Noyau Dur post-Fukushima. La situation à considérer est la situation de montée de la source froide correspondant au niveau marin extrême résultant d'une majoration forfaitaire du niveau de référence, avec prise en compte des effets d'une houle centennale propagée sur ce niveau statique (□). La valeur pour la lame d'eau à considérer en cas de débordement sur les parties du réseau proches du front de mer est de □ cm.

Les inondations par déversement direct sur la plateforme à considérer sont :

- Pluie de Forte Intensité (PFI) dont l'intensité est doublée vis-à-vis des PFI d'occurrence centennale du référentiel,
- Pluie de Forte Intensité associée à l'obstruction totale des avaloirs du réseau d'évacuation d'eaux pluviales,
- Inondation induite par un séisme de niveau SND conduisant à la ruine d'ouvrages d'eau situés sur la plate-forme.

La valeur de découplage pour la lame d'eau à considérer pour les cas d'inondation par déversement direct sur la plateforme cités dessus, est de □ cm.

Le scénario enveloppe est donc le cas d'inondation par déversement direct sur la plateforme.

Les phénomènes naturels liés à l'inondation à considérer sont les suivants :

- Vent extrême : les vents correspondants aux situations d'inondations externes extrêmes par déversement direct sur la plateforme sont considérés de type □ en régime établi. Ils présentent un caractère régional et s'inscrivent dans une durée de quelques heures, avec des vitesses pouvant atteindre au paroxysme une valeur de □ km/h.
En pratique, par découplage, la vérification des SSC du noyau dur vis-à-vis des vents extrêmes pourra s'appuyer sur la vérification effectuée pour le risque tornade.
- Foudre : la robustesse des fonctions noyau dur est vérifiée en considérant une foudre présentant les caractéristiques suivantes :
□
- Grêle : la robustesse des fonctions noyau dur est vérifiée en considérant des grêlons de caractéristiques suivantes :
□

4.3. TORNADE

La robustesse des fonctions du noyau dur doit être vérifiée en considérant une tornade avec les caractéristiques suivantes :

□

Le spectre de projectiles associés est le suivant :

□

5. EXIGENCES APPLICABLES AUX DISPOSITIONS DU NOYAU DUR

Le noyau dur ne doit pas conduire à dégrader la robustesse des installations pour les situations des référentiels en vigueur.

Les dispositions matérielles du noyau dur sont des éléments importants pour la protection (au sens de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB). Ces dispositions doivent être maintenues fonctionnelles pour les situations extrêmes étudiées, en tenant compte des phénomènes naturels considérés dépassant les cas de dimensionnement ainsi que des effets induits par la défaillance de matériels non noyau dur à la suite de ces situations extrêmes.

Les effets induits considérés sont les phénomènes suivants :

- chute de charge,
- chocs provenant d'autres composants et structures,
- fouettement direct de tuyauteries haute énergie,
- inondation,
- explosion,
- incendie.

Les dispositions matérielles du noyau dur sont soumises à des exigences :

- de conception et de fabrication sous assurance qualité. Des règles de conception et de construction codifiées, ou à défaut conformes à l'état de l'art, sont utilisées ; l'utilisation de matériels industriels courants peut être justifiée pour les fonctions non spécifiques à l'installation nucléaire (par exemple les moyens de télécommunication, les moyens mobiles, ...),
- d'aptitude aux essais périodiques,
- de suivi pendant toute la durée de vie de l'installation.

Les systèmes structures et composants (SSC) du noyau dur sont qualifiés (qualification par essai, par analyse, ou méthode mixte) avec les chargements correspondant aux niveaux d'agressions retenus pour le noyau dur.

Les matériels du Noyau Dur visant à permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise sont traités de façon spécifique.

La durée de mission du noyau dur est fixée à 15 jours. Cette durée de 15 jours garantit que la gestion des situations du noyau dur sera possible jusqu'à l'échéance, raisonnablement prévisible, de remise à disposition d'une source électrique et d'une source froide. L'« autonomie » (capacité des matériels à fonctionner sans interruption et sans nécessité d'intervention humaine extérieure) pour les matériels du noyau dur une fois la disposition mise en place doit être suffisante pour permettre les interventions nécessaires à leur bon fonctionnement sur leur durée de mission.

Au delà de 15 jours, les fonctions fondamentales de sûreté doivent rester assurées :

- soit par les matériels du noyau dur (ou en interface du noyau dur),
- soit par un remplacement le cas échéant d'un matériel noyau dur éventuellement défaillant ou sa substitution fonctionnelle.

L'interruption de la fonction pendant les opérations de substitution est acceptable en l'absence d'effet falaise.

LISTE DES RÉFÉRENCES

[1] Décision n°2011-DC-0213 de l'ASN du 05 mai 2011 prescrivant à EDF de procéder à une évaluation complémentaire de la sûreté de certaines de ses installations nucléaires de base au regard de l'accident survenu à la centrale de Fukushima Daiichi

[2] Rapport d'Evaluation Complémentaire de Sûreté (RECS) au regard de l'accident de Fukushima pour le site de Flamanville, diffusé le 15 septembre 2011

[3] Décision n°2012-DC-0283 de l'autorité de sûreté nucléaire du 26 juin 2012 fixant à Electricité de France des prescriptions complémentaires applicables au site de Flamanville au vu des conclusions des évaluations complémentaires de sûreté (ECS)

[4] Décision n°2014-DC-0403 de l'autorité de sûreté nucléaire du 21 janvier 2014 fixant à Electricité de France des prescriptions complémentaires applicables au site de Flamanville au vu de l'examen du dossier présenté par l'exploitant conformément à la prescription (ECS-1) de la décision n°2012-DC-0283 du 26 juin 2012 de l'autorité de sûreté nucléaire.

21.1 DESCRIPTION DU NOYAU DUR

21.1.1 NOYAU DUR FUKUSHIMA - ANALYSE FONCTIONNELLE

21.1.2 ROBUSTESSE AUX AGRESSIONS

21.1.3 DESCRIPTION DES DISPOSITIONS SPÉCIFIQUES AUX SITUATIONS NOYAU DUR

SOMMAIRE

.21.1.1 NOYAU DUR FUKUSHIMA - ANALYSE FONCTIONNELLE	4
1. INTRODUCTION	4
2. DÉMARCHE D'IDENTIFICATION DES SSC DU ND	4
3. ÉTATS INITIAUX PRIS EN COMPTE	5
4. ANALYSES DES TRANSITOIRES DIMENSIONNANTS VIS-À-VIS DU NOYAU DUR	5
4.1. ANALYSES FONCTIONNELLES RELATIVES À LA PRÉVENTION DE LA FUSION DU CŒUR DANS LE BÂTIMENT RÉACTEUR	5
4.1.1. CIRCUIT PRIMAIRE REPRESSURISABLE ET REFERMABLE	5
4.1.2. ÉTAT INITIAL PRIMAIRE NON FERMÉ – NON REPRESSURISABLE	9
4.2. ANALYSE FONCTIONNELLE RELATIVE À L'ACCIDENT GRAVE AVEC FUSION DU CŒUR	11
4.2.1. GÉNÉRALITÉS	11
4.2.2. SYNTHÈSE DES DISPOSITIONS NOYAU DUR VALORISÉES	12
4.3. ANALYSE FONCTIONNELLE RELATIVE À LA PISCINE BK	14
4.3.1. DÉROULEMENT DU SCÉNARIO	14
4.3.2. SYNTHÈSE DES DISPOSITIONS MATÉRIELLES NOYAU DUR VALORISÉES	14
5. DISPOSITIONS ORGANISATIONNELLES ET GESTION DE CRISE	15
5.1. INFORMATIONS NÉCESSAIRES À LA GESTION DE CRISE	15
5.2. DISPOSITIONS ASSOCIÉES À LA GESTION DE CRISE	15
5.2.1. CENTRE DE CRISE LOCAL	15
5.2.2. SALLE DE COMMANDE	15
5.3. MOYENS DE TÉLÉCOMMUNICATION	16
5.4. AUTRES DISPOSITIONS PERMETTANT LA GESTION DE CRISE	16
5.5. DISPOSITIONS ORGANISATIONNELLES VIS-À-VIS DE LA DURÉE DE MISSION LONG TERME DU NOYAU DUR	16
6. QUALIFICATION DES EIPS DU NOYAU DUR AUX CONDITIONS ACCIDENTELLES	16
6.1. DÉMARCHE	16



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 21

SECTION 1.1

PAGE 2/20

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

6.2. BILAN DE JUSTIFICATION	17
LISTE DES RÉFÉRENCES.	18



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 21

SECTION 1.1

PAGE 3/20

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

TABLEAUX :

TAB-21.1.1.1 STRUCTURES VALORISÉES DANS LA GESTION DES TRANSITOIRES EN SITUATIONS NOYAU DUR.....	19
TAB-21.1.1.2 SYSTEMES ET FONCTIONS AVEC ACTIONS HUMAINES REQUISES POUR LA GESTION DES TRANSITOIRES EN SITUATION NOYAU DUR.....	20

.21.1.1 NOYAU DUR FUKUSHIMA - ANALYSE FONCTIONNELLE

1. INTRODUCTION

L'objet de cette section est de décliner les principes présentés au sous-chapitre 21.0 et de définir la liste des Systèmes Structures et Composants (SSC) constituant le noyau dur de dispositions matérielles prévues dans le cadre de la réponse à la prescription ASN [INB167-57] [ECS-1] (cf. [Réf \[4\]](#)). Pour ce faire, une analyse fonctionnelle est effectuée suivant la démarche présentée en section 2. Elle permet d'établir la liste des SSC du Noyau Dur ainsi que les fonctions auxquelles ils contribuent.

2. DÉMARCHE D'IDENTIFICATION DES SSC DU ND

L'objectif du Noyau Dur est, pour les situations extrêmes définies dans le sous-chapitre 21.0, la prévention des rejets radioactifs importants et des effets durables dans l'environnement.

Pour le réacteur EPR, l'initiateur est un Manque de Tension Généralisée (MDTG) cumulé à une Perte de la Source Froide (PSF) (cf. sous-chapitre 21.0).

La démarche d'identification des Systèmes, Structures et Composants (SSC) du Noyau Dur suit les étapes suivantes :

- Identification des états initiaux devant être pris en compte dans l'analyse fonctionnelle (cf. paragraphe 3).
- Identification de l'ensemble des dispositions du ND permettant, pour les différents états initiaux considérés en paragraphe 3, de ramener l'installation vers un état garantissant la prévention des rejets radioactifs importants et des effets durables dans l'environnement (cf. paragraphe 4).

L'objectif du Noyau Dur peut être atteint par l'un des moyens suivants :

- La prévention de la fusion du cœur, par la maîtrise de la réactivité et l'évacuation durable de la puissance résiduelle dans les situations où le circuit primaire est pressurisable. **Les dispositions matérielles du Noyau Dur relatives à la prévention de la fusion du cœur quand le circuit primaire est pressurisable sont décrites dans le paragraphe 4.1.1.**
- La prévention du découvrément du combustible en cuve ou en cours de manutention dans le BR lorsque le circuit primaire n'est pas pressurisable. **Les dispositions matérielles Noyau Dur relatives à la prévention du découvrément du combustible quand le circuit primaire est non fermé - non repressurisable sont décrites dans le paragraphe 4.1.2.**
- La prévention du découvrément du combustible entreposé ou en cours de manutention dans le BK. **Les dispositions matérielles Noyau Dur relatives à la prévention du découvrément du combustible dans le BK sont décrites dans le paragraphe 4.3.**
- La limitation des rejets importants en cas d'accident avec fusion du cœur susceptibles d'intervenir par la voie air et par la voie eau, par la maîtrise du confinement. **Les dispositions Noyau Dur relatives à la gestion des situations d'accident grave avec fusion du cœur sont décrites dans le paragraphe 4.2.**

La synthèse des systèmes valorisés dans les transitoires Noyau Dur et des fonctions auxquelles ils contribuent est présentée dans le document « Synthèse des Analyses d'Exigences Fonctionnelles par systèmes élémentaires » référencé dans la section 3.2.2.. Les actions humaines valorisées pour la gestion des transitoires Noyau Dur sont présentées dans le tableau [TAB-21.1.1.2](#), qu'elles soient manuelles depuis la Salle de Commande (Manu (SdC)) ou en local (Manu (Local)).

Les dispositifs de protection contre les agressions externes retenues pour le Noyau Dur sont décrits dans la section 21.1.2.

Par ailleurs, la liste des structures du noyau dur est présentée dans le tableau [TAB-21.1.1.1](#).

3. ÉTATS INITIAUX PRIS EN COMPTE

Pour le réacteur EPR, l'ensemble des états de tranche est considéré pour l'identification des dispositions Noyau Dur.

Les profils de fonctionnement prévisionnels de Flamanville 3 sont présentés à la section 18.1.1 (18.1.1 TAB 1).

4. ANALYSES DES TRANSITOIRES DIMENSIONNANTS VIS-À-VIS DU NOYAU DUR

L'objectif des analyses fonctionnelles est de préciser les dispositions matérielles du ND permettant de gérer les situations extrêmes pour les différents états initiaux considérés. Ces analyses fonctionnelles sont basées sur les études des scénarios noyau dur (cf [Réf \[7\]](#) et [Réf \[8\]](#)) qui démontrent le respect des objectifs indiqués dans le sous-chapitre 21.0

4.1. ANALYSES FONCTIONNELLES RELATIVES À LA PRÉVENTION DE LA FUSION DU CŒUR DANS LE BÂTIMENT RÉACTEUR

Cette section présente les dispositions Noyau Dur relatives à la prévention de la fusion du cœur dans le bâtiment réacteur. Le paragraphe 4.1.1 couvre l'ensemble des états initiaux du réacteur tels que le circuit primaire est repressurisable et refermable, le paragraphe 4.1.2 couvre l'ensemble des états initiaux tels que le circuit primaire est non fermé – non repressurisable. Dans ce dernier cas, le moyen considéré pour atteindre l'objectif du Noyau Dur est la prévention du découvrément des assemblages combustibles.

Pour chacune des analyses fonctionnelles relatives à la prévention de la fusion du cœur dans le bâtiment réacteur, sont présentés :

- L'ensemble des états initiaux couverts.
- Le déroulement du transitoire.
- L'ensemble des dispositions matérielles du Noyau Dur valorisées.

4.1.1. Circuit Primaire repressurisable et refermable

4.1.1.1. Ensemble des états initiaux couverts

Les états couverts sont les suivants :

- Etat A : De réacteur en puissance à l'arrêt intermédiaire sur GV, $P_{\text{Prim}} > \square$ Bar.
- Etat B : Arrêt intermédiaire sur GV, $P_{\text{Prim}} < \square$ Bar.
- Etat C – Ca1 à Cb1 : Arrêt intermédiaire sur RIS-RA, arrêt à froid normal.

L'état A correspond à l'état de tranche enveloppe des états repressurisables en termes de fonctions sollicitées pour la mitigation du transitoire étudié, excepté pour quelques fonctions explicitement identifiées. C'est donc cet état qui est considéré pour l'identification des équipements du Noyau Dur.

La conduite du transitoire vise à amener le réacteur vers un état stable avec évacuation de la puissance résiduelle par le secondaire.

4.1.1.2. Déroulement du transitoire

La stratégie de conduite du transitoire est basée sur un repli précoce afin d'atteindre les conditions d'injection des accumulateurs RIS puis du RIS-BP.

Après la chute des grappes en état A, le déroulement de la séquence considérée est le suivant :

- Démarrage manuel des diesels SBO en salle de commande.
- Démarrage des pompes ASG des trains 1 et 4.
- Ouverture du barillet ASG au refoulement afin de disposer d'une alimentation en eau des 4 GV.
- En parallèle, un refroidissement □ du secondaire à l'aide des trains VDA disponibles est initié. Ce qui entraîne la baisse de la pression primaire en dessous de la pression d'injection des accumulateurs, et l'injection d'eau borée dans le primaire.
- Ouverture du barillet ASG à l'aspiration afin de bénéficier du stock d'eau des 4 bâches ASG.
- Les accumulateurs sont isolés □ quand la pression primaire passe sous □ bar abs afin d'éviter la décharge d'azote dans le circuit primaire.
- Suite au refroidissement par le circuit secondaire, □
□
 - Relestage et démarrage de la pompe du RIS-BP du train correspondant à la division sur laquelle la pompe ASG a été mise hors tension.

Enfin, afin d'assurer une injection suffisante d'eau borée par le RIS-BP dans le circuit primaire, □

En ce qui concerne le confinement des substances radioactives, en états A et B, l'intégrité du circuit primaire est assurée pendant 24 heures par la mise en place du Dispositif d'Étanchéité à l'Arrêt (DEA) alimenté par batteries □ h, puis sans requis d'alimentation après plaquage, après une temporisation couvrant le ralentissement et l'arrêt du GMPP.

L'intégrité du DEA est assurée pendant les 24 premières heures après l'initiateur. Au-delà de cette durée, en cas de défaillance du DEA, la conduite consiste à assurer un appoint en eau au circuit primaire par une pompe ISBP avec évacuation de la puissance résiduelle par la chaîne EVU/SRU en mode aspersion.

La stratégie de mitigation de l'évènement au-delà de 24 heures implique en cas de brèche aux joints des pompes primaires après défaillance du DEA, le fonctionnement par intermittence d'une pompe ASG et d'une pompe EVU, alimentées par un diesel SBO, afin de réguler l'inventaire en eau du GV et d'assurer l'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte.

La valorisation des dispositions matérielles suivantes est nécessaire afin de gérer le MDTG avec PSF sur le long terme :

- Maintien de l'autonomie des diesels d'ultime secours (□).
- Utilisation du SEG, qui puise l'eau du Bassin Nord SEA, en appoint aux bâches ASG pour garantir la disponibilité continue du débit d'ASG afin d'assurer le maintien de l'inventaire en eau du GV et l'évacuation de la puissance résiduelle du cœur.

4.1.1.3. Synthèse des Dispositions matérielles Noyau Dur valorisées

Les dispositions matérielles du Noyau Dur valorisées dans le transitoire sont présentées ci-après.

Identification des fonctions frontales et des systèmes associés

- Mise en place du DEA :
L'étanchéité du circuit primaire au niveau des pompes primaires doit être assurée au titre de la fonction « Confinement ».
- Démarrage d'une file ASG :

La mise en service manuelle d'une file ASG est requise afin de contribuer à la fonction fondamentale de Sûreté « Evacuation de la puissance résiduelle ».

- Lignage du barillet ASG :
Le relignage de l'aspiration (□) et du refoulement d'une pompe ASG est requis.
- Réglage du niveau GV par ASG :
Cette action □ permet de garantir sur le long terme l'absence de sur-remplissage des GV. (□).
En ce qui concerne l'autonomie en eau des GV, elle est assurée par l'alimentation en eau douce des réservoirs ASG par le SEG (□).
- Régulation de la pression secondaire par VDA :
Cette action de régulation de la pression secondaire □ s'effectue via les vannes des divisions 1 et 4, secourues par les diesels d'ultimes secours.
- Fermeture des événements cuves et / ou pressuriseur — cette action est requise uniquement en Etat C.
- Refroidissement secondaire par VDA :
A la fin du refroidissement partiel, un refroidissement □ contrôlé à un gradient de température de □ ° C/h est effectué pour atteindre la pression d'injection des accumulateurs RIS. Lorsque la pression primaire est inférieure à la pression initiale des accumulateurs, les quatre accumulateurs commencent à injecter.
- Appoint au circuit primaire par le RIS-BP et systèmes supports associés :
Cet appoint permet la boratation du circuit primaire, en complément de l'injection par les accumulateurs RIS.
- Ouverture/fermeture d'une soupape pressuriseur :
Cette action permet une dépressurisation suffisante du circuit primaire afin de pouvoir injecter par l'ISBP la quantité d'eau borée permettant d'assurer la sous-criticité tout au long du transitoire.
- Refroidissement de l'enceinte par l'EVU en mode aspersion :
La mise en service □ du refroidissement de l'enceinte par l'EVU, en mode aspersion, permet d'assurer l'évacuation de la puissance résiduelle du circuit primaire depuis l'IRWST vers la source froide SRU : l'opérateur devra avoir à sa disposition l'information concernant la température de la piscine IRWST ainsi que le Niveau GV si un cyclage ASG/EVU s'avère nécessaire.
- Confinement :
L'isolement Enceinte phase 1 (□) est nécessaire afin de confiner à l'intérieur du bâtiment réacteur les substances radioactives pouvant provenir du circuit primaire.
Cet isolement se traduit par la fermeture de toutes les vannes d'isolement enceinte des gaines de ventilation et des tuyauteries fluides exceptées celles des tuyauteries véhiculant du fluide nécessaire à la gestion de l'accident (exemple RIS).
Les systèmes concernés par l'isolement enceinte phase 1 sont APG, DER, EBA, EPP, EVU, JPI, KRT, PTR, RBS, la décharge RCV, REN (échantillonnage des accumulateurs RIS), RPE, les communs NC du RRI, SED, SGN, TEG, et la file opérationnelle de l'EDE.
L'isolement Enceinte phase 2 (vannes importantes pour la sécurité ou pour la protection des matériels) est également mis en œuvre en cas de montée en pression de l'enceinte supérieure au max 2.

Identification des fonctions supports et des systèmes associés

- Système SEG (cf. section 21.1.3.1).
- Mise en service □ de l'EVU intermédiaire.
- Refroidissement de l'EVU par le système SRU et basculement du SRU sur l'ouvrage de rejet CRF :
La mise en service du SRU est nécessaire au refroidissement des échangeurs EVU.
Le basculement sur l'ouvrage de rejet repose sur un lignage □.
- Contrôle-commande :
Les sous-ensembles du PS (protection du réacteur) et du SAS nécessaires aux fonctions requises lors du transitoire.
- Production d'eau glacée par le système DEL :

La production et la distribution d'eau glacée sont requises en tant que fonctions supports des systèmes DCL et DVL pour le conditionnement de l'air de la salle de commande et le refroidissement des locaux électriques et de contrôle-commande.

- Alimentation électrique d'ultime secours (diesels SBO) :
 - Système LJP/S (diesels SBO).
 - Distribution 690V AC secourue (□).
 - Distribution 400V AC secourue (□).
 - Réalimentation des bâches à fioul des diesels SBO à partir des réservoirs des générateurs Diesel principaux.
□. La réalimentation des bâches des diesels SBO à partir des bâches des diesels principaux augmente significativement l'autonomie des diesels SBO et facilite le recouvrement avec les moyens de réapprovisionnement de la FARN. Enfin, des appoints en huile peuvent être effectués autant que nécessaire avec le groupe en fonctionnement.
- Alimentation électrique sans coupure :
 - Batteries □ :
En cas de perte des alimentations électriques externes sans démarrage des diesels principaux (début de la séquence MDTG du référentiel), le passage de l'alimentation électrique du chargeur aux batteries □ est automatique et immédiat.
Ces batteries alimentent le contrôle-commande ainsi que les 4 trains du VDA et les actionneurs nécessaires à la mise en place du DEA.
 - Distribution 400V AC □ h sans coupure (Systèmes □) :
En aval des batteries □, la distribution 400V AC sans coupure est assurée par les tableaux □ et les sous-distributions □.
- Ventilations – conditionnement des locaux :
 - Climatisation de la salle de commande et des locaux calculateurs MCP/MCS (Système DCL).
 - Ventilation des locaux électriques des bâtiments diesels SBO (Système DVD) :
Cette fonction permet de maintenir une température compatible avec le bon fonctionnement du matériel de contrôle-commande nécessaire à celui des diesels SBO.
 - Ventilation et conditionnement d'air DVL des locaux électriques BL associés aux matériels requis des trains 1 et 4.
- Autres fonctions supports :
 - Éclairage de sauvegarde en salle de commande, LTC (Système DSL).
 - Communication entre la SdC et les Bâtiments Diesels et les BAS (Système DTV).

Les dispositions relatives à la mesure des paramètres de l'état chaudière sont :

- pour l'évacuation de la puissance résiduelle : la température RIC et la pression primaire,
- pour l'inventaire en eau des GV : les niveaux GV gamme large,
- pour l'intégrité de l'enceinte : les mesures de pression enceinte et de débit de dose enceinte.

Les mesures nécessaires à la conduite des situations Noyau Dur suivantes sont à considérer :

- les mesures de pression GV,
- les mesures de niveau de bache ASG,
- Les mesures de niveau IRWST et niveau piscine BR,

ainsi que les informations TOR nécessaires à la mise en service des équipements valorisés.

Les mesures relatives à la connaissance de l'état des fonctions Noyau Dur font également partie du Noyau Dur.

En conclusion, en cas de MDTG +PSF en état repressurisable et refermable, les systèmes suivants sont valorisés :

- **Les systèmes frontaux : ASG, EVU, RCP, RIS, VDA ainsi que les systèmes participant aux fonctions IE1 et IE2.**
- **Les systèmes supports: DEL, DVD, DVL, DWL, SEG, SRU, KCO, KIC, LA., LJ., LL., LO., LV., DSL, DTV.**

4.1.2. État initial Primaire Non fermé – Non repressurisable

4.1.2.1. Ensemble des états initiaux couverts

Les états couverts sont les suivants :

- Etat C - Cb2 : Arrêt intermédiaire sur RIS-RA, arrêt à froid normal.
- Etat D - Arrêt à Froid pour intervention.
- Etat E : Arrêt à Froid pour rechargement.

L'état de repli visé est un état stabilisé sans découverture des assemblages combustibles, l'appoint en eau étant assuré par le RIS-BP refroidi par DEL et la puissance résiduelle évacuée, en état C et D par la chaîne de refroidissement EVU intermédiaire / SRU.

4.1.2.2. Déroulement du transitoire

Après démarrage automatique des deux diesels SBO en état C à D, et mise en marche d'un train EVU pour assurer l'évacuation de la puissance résiduelle hors enceinte, l'inventaire en eau est assuré par le RIS-BP, refroidi par DEL. En état Cb2, un train ASG est mis en service pour assurer l'alimentation en eau des 2 GV disponibles.

Les transferts d'eau entre la piscine IRWST et la piscine BR s'effectuent au moyen des lignes de vidange gravitaires PTR.

L'évacuation de la puissance résiduelle est assurée par la chaîne de refroidissement EVU intermédiaire / SRU.

Cas particulier de l'état E

Lors des phases de chargement et de déchargement, la conduite retenue est la suivante :

Après démarrage des deux diesels SBO, et mis en marche l'EVU pour assurer l'évacuation de la puissance résiduelle hors enceinte, l'inventaire en eau est assuré par le RIS-BP, refroidi par DEL.

Les transferts d'eau entre la piscine IRWST et la piscine BR s'effectuent au moyen de la ligne de trop plein PTR.

En cas d'échec de la fermeture du tube de transfert, afin de gérer l'effet piston et d'équilibrer les pressions entre le hall BR et le hall BK, les actions complémentaires à effectuer avant ébullition sont l'ouverture du SAS de secours, l'ouverture des portes de la Set Down Area vers :



L'appoint à la piscine BK, alimenté par le système SEG, permet le maintien d'un inventaire en eau suffisant pour éviter le découverture des assemblages combustibles coté BR et BK malgré l'ébullition.

4.1.2.3. Synthèse des dispositions matérielles Noyau Dur valorisées

Les dispositions matérielles du Noyau Dur valorisées dans le transitoire sont présentées ci-après.

Identification des fonctions frontales et des systèmes associés

- Appoint en eau au circuit primaire par RIS-BP :
Cet appoint est assuré par les pompes ISBP des trains 1 et 4.
- Appoint en eau à l'IRWST par le système PTR en gravitaire :
Cette fonction permet de garantir le retour de l'eau de la piscine BR vers l'IRWST via les lignes de vidange gravitaires. Les vannes d'isolement sont ouvertes par l'opérateur sur signal de niveau bas piscine IRWST. En état E, l'appoint à la piscine IRWST est effectué par la ligne de trop-plein PTR.
- Refroidissement de l'enceinte par l'EVU en mode aspersion :
La mise en service [] du refroidissement de l'enceinte par l'EVU, en mode aspersion, permet d'assurer l'évacuation de la puissance résiduelle du circuit primaire depuis l'IRWST vers la source froide SRU par l'opérateur, sur signal de niveau bas piscine IRWST en état C.

Identification des fonctions supports et des systèmes associés

- Mise en service [] de l'EVU intermédiaire.
- Refroidissement de l'EVU par le système SRU et basculement du SRU sur l'ouvrage de rejet CRF :
La mise en service du SRU est nécessaire au refroidissement des échangeurs EVU.
Le basculement sur l'ouvrage de rejet repose sur un lignage [].
- Production d'eau glacée (Système DEL) :
La production et la distribution d'eau glacée sont requises en tant que fonctions supports des systèmes DWL, DCL et DVL pour le conditionnement de l'air de la salle de commande et le refroidissement des locaux électriques et de contrôle-commande, de même qu'en fonction support du refroidissement des pompes RIS BP 1 et 4.
- Alimentation électrique d'ultime secours (diesels SBO) :
 - Système LJP/S (diesels SBO).
 - Distribution 690V AC secourue ([]):
Les diesels SBO sont connectés respectivement aux tableaux 690VAC secourus []. La mise sous tension des tableaux est effectuée [] après la mise en œuvre de la fonction « mise en service des diesels LJP/S ».
 - Distribution 400V AC secourue (Système []):
Elle alimente les auxiliaires des diesels SBO nécessaires à leur fonctionnement.
 - Distribution électrique - autres tableaux associés (Système []).
 - Réalimentation des bâches à fioul des diesels SBO à partir des réservoirs des générateurs Diesel principaux.
[]. La réalimentation des bâches des diesels SBO à partir des bâches des diesels principaux augmente significativement l'autonomie des diesels SBO et facilite le recouvrement avec les moyens de réapprovisionnement de la FARN.
- Alimentation électrique sans coupure :
 - Batteries [] :
En cas de perte des alimentations électriques externes sans démarrage des diesels principaux (début de la séquence MDTG du référentiel), le passage de l'alimentation électrique du chargeur aux batteries [] est automatique et immédiat.
Ces batteries alimentent notamment le contrôle-commande et les vannes d'isolement enceinte internes. A ce titre, elles sont nécessaires à l'accomplissement des fonctions du ND.
 - Distribution 400V AC [] h sans coupure (Systèmes [])

En aval des batteries [1], la distribution 400V AC sans coupure est assurée par les tableaux [2] et les sous-distributions .

- Ventilations – conditionnement des locaux :
 - Climatisation de la salle de commande et des locaux calculateurs MCP/MCS (Système DCL).
 - Ventilation des locaux électriques des bâtiments diesels SBO (Système DVD). Cette fonction permet de maintenir une température compatible avec le bon fonctionnement du matériel de contrôle-commande nécessaire à celui des diesels SBO.
 - Ventilation et conditionnement d'air des locaux électriques BL associés aux matériels du Noyau Dur (hors niveau SdC) (Système DVL) trains 1 et 4.
 - Refroidissement des locaux EVU (Système DWL).
 - Refroidissement des locaux BAS (Système DWL) des trains 1 et 4.
- Autres fonctions supports :
 - Éclairage de sauvegarde en salle de commande, LTC (Système DSL).
 - Communication entre la SdC et les Bâtiments Diesel et les BAS et BK (Système DTV).

Nota : En état E une disposition supplémentaire est intégrée dans le Noyau Dur, à savoir la possibilité de positionner un assemblage combustible en un point bas de la piscine BR alors qu'il est en cours de manutention. Cette action [3] permet d'augmenter la marge vis-à-vis du découverture de l'assemblage combustible.

Ainsi, en cas de MDTG +PSF en état non repressurisable et non-refermable, les systèmes suivants sont valorisés.

- **Les systèmes frontaux : EVU, PTR, RIS, JPI ainsi que ceux relatifs aux fonctions IE1 et IE2.**
- **Les systèmes supports : DEL, DVD, DWK, DWL, SEG, SRU, KCO, KIC, LA., LJ., LL., LO., LV., DTV, DSL.**

4.2. ANALYSE FONCTIONNELLE RELATIVE À L'ACCIDENT GRAVE AVEC FUSION DU CŒUR

4.2.1. Généralités

Cette analyse vise à répondre à la prescription [INB167-70] [ND-1] relative à la prise en compte des cas de fusion totale du cœur et de percement de la cuve à la suite de situations Noyau Dur.

Il convient de noter que les dispositions ND identifiées précédemment permettent de prévenir la fusion du combustible. On envisage néanmoins ici une entrée en accident grave sur la base d'une information T_{ric} ou de Débit de Dose Enceinte.

L'analyse d'un accident de fusion du cœur a été réalisée en considérant la tranche initialement en puissance. C'est en effet dans cette situation que la puissance résiduelle à évacuer est la plus importante.

Les diesels SBO faisant partie du Noyau Dur, ils sont disponibles et opérationnels pour le traitement de ce transitoire.

L'état visé est un état maîtrisé. Les priorités de la conduite AG sont le maintien du confinement et la limitation des rejets importants et des effets durables dans l'environnement. Les principaux objectifs de conduite associés aux systèmes dédiés et conçus pour faire face à ces objectifs de conduite sont les suivants :

- La dépressurisation du circuit primaire : l'action d'ouverture d'une ligne de décharge fait partie des actions immédiates.

- Le contrôle de l'hydrogène par les systèmes passifs de contrôle de l'hydrogène.
- La protection du radier : le concept de rétention du corium est passif et son bon fonctionnement est suivi en salle de commande grâce à diverses instrumentations dédiées.
- L'évacuation de la puissance résiduelle par la mise en service de l'EVU.
- La limitation des rejets par la filtration des bâtiments périphériques, l'EDE et l'injection de soude.

4.2.2. Synthèse des dispositions Noyau Dur valorisées

Les dispositions du Noyau Dur identifiées ci-après sont issues des dispositions considérées dans le référentiel de conception en cas d'accident grave (AG). La mise en oeuvre de ces dispositions est conforme aux objectifs de conduite présentés au sous-chapitre 13.4. Ces fonctions sont rappelées ci-après.

Identification des fonctions frontales et des systèmes associés

- Détection de l'entrée en AG par les mesures de T_{ric} ou DDD enceinte.
- Dépressurisation du circuit primaire par les vannes de décharge AG.
- Recombinaison Hydrogène et homogénéisation de l'enceinte par le Convect System du système ETY.
- Arrêt des ventilateurs du puits de cuve, arrêt du système de protection PS, arrêt de l'injection par les pompes RIS.
- Refroidissement du Corium par noyage passif par le système EVU.
- Maîtrise de la pression enceinte par la mise en service de l'aspersion sur critère de pression dans l'enceinte par le système EVU.
- Actions de Confinement :
 - Isolement enceinte. L'isolement des traversées enceinte est nécessaire (vannes intérieur enceinte a minima). Elles sont secourues par diesels SBO.
 - Confinement et filtration :
 - Mise en service de la filtration iode EDE.
 - Mise en service de la filtration iode EBA et ouverture des lignes d'exutoire des fuites des traversées EBA.
 - Confinement dynamique des BAS par le système DWL.
 - Injection de soude par le système EVU.

Identification des fonctions support et des systèmes associés

- Contrôle - commande :
Les sous-ensembles du SAS et du SAS-RRC-B supports aux fonctions du Noyau Dur appartiennent au Noyau Dur.
- Mise en service de l'EVU intermédiaire.
- Refroidissement de l'EVU par le système SRU et basculement du SRU sur l'ouvrage de rejet CRF :
La mise en service du SRU est nécessaire au refroidissement des échangeurs EVU. Le basculement du SRU repose sur un lignage .
- Production d'eau glacée (système DEL) :
La production et la distribution d'eau glacée sont requises en tant que fonctions supports des systèmes DWL, DCL et DVL pour le conditionnement de l'air de la salle de Commande et le refroidissement des locaux électriques et de contrôle-commande.

- Contrôle-commande :
Les sous-ensembles du PS (protection du réacteur) et du SAS nécessaires aux fonctions requises lors du transitoire.
- Alimentation électrique d'ultime secours (diesels SBO) :
 - Système LJP/S (diesels SBO) :
L'appartenance des diesels SBO est une des hypothèses structurantes du Noyau Dur.
 - Distribution 690V AC secourue - Systèmes [] :
Les diesels SBO sont connectés respectivement aux tableaux 690VAC secourus []. La mise sous tension des tableaux est effectuée [] après la mise en œuvre de la fonction « mise en service des diesels LJP/S (diesels SBO) ».
 - Distribution 400V AC secourue ([]):
Elle alimente les auxiliaires des diesels SBO nécessaires à leur fonctionnement.
 - Distribution électrique - autres tableaux associés - Système LJZ.
 - Réalimentation des bâches à fioul des diesels SBO à partir des réservoirs des générateurs Diesel principaux :
[]. La réalimentation des bâches des diesels SBO à partir des bâches des diesels principaux augmente significativement l'autonomie des diesels SBO et facilite le recouvrement avec les moyens de réapprovisionnement de la FARN.
- Alimentation électrique sans coupure :
 - Batteries [] :
En cas de perte des alimentations électriques externes sans démarrage des diesels principaux (début de la séquence MDTG du référentiel), le passage de l'alimentation électrique du chargeur aux batteries [] est automatique et immédiat.
Ces batteries alimentent notamment le contrôle-commande et les vannes d'isolement enceinte internes. A ce titre, elles sont nécessaires à l'accomplissement des fonctions du ND.
 - Distribution 400V AC [] h sans coupure (Système []):
En aval des batteries [], la distribution 400V AC sans coupure est assurée par les tableaux LVA/B/C/D les sous-distributions [].
 - Batteries [].
- Ventilations – conditionnement des locaux :
 - Climatisation de la salle de commande et des locaux [] et mise en service de la filtration iode (Système DCL).
 - Ventilation des locaux électriques des bâtiments diesels SBO (Système DVD). Cette fonction permet de maintenir une température compatible avec le bon fonctionnement du matériel de contrôle-commande nécessaire à l'utilisation des diesels SBO.
 - Ventilation et conditionnement d'air des locaux électriques BL associés aux matériels du Noyau Dur (hors niveau SdC) / DVL des trains 1 et 4.
 - Refroidissement des locaux EVU associés aux matériels du Noyau Dur (Système DWL).
 - Refroidissement des locaux BAS associés aux matériels du Noyau Dur (Système DWL) des trains 1 et 4.
- Autres fonctions support :
 - Éclairage de sauvegarde en salle de commande, LTC (Système DSL).
 - Communication entre la SdC et les Bâtiments Diesels et les BAS (Système DTV).
- Instrumentation :
L'instrumentation nécessaire pour réaliser les actions de l'opérateur comprend :
 - la température de sortie du cœur (détection de l'entrée en accident grave),

- le débit de dose dans l'enceinte (détection de l'entrée en accident grave),
- la pression dans l'enceinte,
- la dépression dans l'espace entre enceinte,
- les informations relatives à la surveillance du BK (température, niveau),
- le niveau de la bêche à soude.

Ainsi, en cas de fusion du cœur, les systèmes suivants sont valorisés.

- **Les systèmes frontaux : EBA, EDE, ETY, EVU, RCP, RIC, EVU, VDA ainsi que ceux relatifs aux fonctions IAG.**
- **Les systèmes supports : DVD, DVL, DWK, DWL, SEG, SRU, KCO, KIC, LA., LJ., LL., LO., LV., DTV, DSL.**

4.3. ANALYSE FONCTIONNELLE RELATIVE À LA PISCINE BK

L'analyse couvre toutes les situations avec la prise en compte des phases de manutention du combustible (chargement, rechargement, évacuation).

La conduite du transitoire vise à éviter le découverture des assemblages et à limiter la pression dans le hall piscine BK.

4.3.1. Déroulement du scénario

La perte des alimentations électriques externes sans démarrage des diesels principaux et dans l'hypothèse où les diesels SBO sont réservés à la gestion d'un accident BR, provoque la perte totale du refroidissement de la piscine de désactivation (perte des trains principaux comme en MDTG et perte du 3^{ème} train PTR par non valorisation des diesels SBO de façon à se découpler du BR).

En conséquence, la température de l'eau de la piscine augmente jusqu'à l'ébullition avec pour effet une augmentation sensible de la pression dans le bâtiment en l'absence d'ouverture de l'exutoire reliant le hall piscine à la cheminée du BAN.

Nota : les diesels SBO en fonctionnement réalimentent les mesures de niveau piscine et de température piscine.

4.3.2. Synthèse des dispositions matérielles Noyau Dur valorisées

Les fonctions suivantes sont nécessaires :

- Prévention du découverture des assemblages :
 - Appoint ultime : afin de prévenir le découverture des assemblages combustible, un appoint ultime est mis en place. Cet appoint, gravitaire, prend sa source dans le bassin Nord SEA. L'ensemble des éléments constituant cet appoint contribue aux fonctions du Noyau Dur. Les systèmes concernés sont le JPI, SEG et SEA.
 - Mise en position sûre d'un assemblage combustible en cours de manutention.
- Limitation de la pression du hall piscine BK :
DWK : ouverture d'un exutoire du hall piscine BK afin de limiter la montée en pression en cas d'ébullition. En état E, la limitation de la pression dans le hall BK est assurée par l'ouverture des portes du Hall BK vers la Set Down Area.
- Instrumentation et CC associé :
 - La conduite de la situation nécessite une mesure de niveau et de température de l'eau dans la piscine BK.

La piscine BK est équipée de deux mesures de niveau. Le montage retenu pour la mise en service est de type bulle à bulle. Il consiste à réaliser une mesure de pression différentielle entre la pression dans le hall piscine et la pression en fond de piscine et d'en déduire le niveau de la piscine. Ce type de montage permet de déporter le matériel de mesure en dehors du hall BK. Ce montage nécessite une alimentation en air qui est réalisée par le système SAT. Il dispose également d'une capacité d'air qui garantit une autonomie de h en cas de perte du système SAT et peut être réalimentée par une source externe mobile pour le long terme.

La piscine BK est également équipée de deux mesures de températures.

5. DISPOSITIONS ORGANISATIONNELLES ET GESTION DE CRISE

5.1. INFORMATIONS NÉCESSAIRES À LA GESTION DE CRISE

Les informations nécessaires à la gestion de crise sont :

- les mesures d'activité en salle de commande,
- les mesures météorologiques et environnementales (radiologique et chimique, à l'intérieur et à l'extérieur des locaux de gestion de crise) permettant d'évaluer et de prévoir l'impact radiologique sur les travailleurs et les populations,
- les informations nécessaires sur le fonctionnement des diesels SBO.

Les mesures nécessaires aux conditions d'intervention des travailleurs consistent en la mise à disposition de matériels de mesure, de protection et de supervision de la dosimétrie intégrée par les intervenants et de matériels de protection (cf. [Réf \[6\]](#)).

La mise à disposition de mesures météorologique et environnementale sont assurées par des dispositions organisationnelles du Noyau Dur (cf. [Réf \[6\]](#)) à travers des moyens mobiles adaptés. La stratégie organisationnelle retenue pour avoir une cartographie est divisée en différentes étapes correspondant à l'arrivée des différentes vagues FARN et prend en compte les rejets potentiels : sa mise en œuvre effective sera suivie par l'organisation de crise nationale qui définira globalement la stratégie de mesure. La stratégie prévoit notamment :

- la reconstitution d'un premier réseau de mesure du débit de dose ambiant sur site par les personnels de conduite,
- la mise en place d'une station météo portable par la première vague FARN,
- la mise en place de moyens complémentaires par la FARN permettant de consolider le réseau de mesure au-delà de 24h (reconstitution du réseau de surveillance radiométrique en fonction de l'accessibilité et des priorités de mesures).

Cette stratégie mise en œuvre par les moyens internes EDF, peut être complétée par des moyens externes disponibles par convention.

5.2. DISPOSITIONS ASSOCIÉES À LA GESTION DE CRISE

La salle de commande et le centre de crise local (CCL) doivent permettre une accessibilité et/ou une habitabilité suffisante pour assurer la gestion de la situation. Les SSC suivants sont nécessaires et leur requis est l'opérabilité.

5.2.1. Centre de Crise Local

Le Centre de Crise Local (CCL) est présenté dans la section 21.1.3.


5.2.2. Salle de commande

- Ventilation conditionnement/filtration (système DCL).

- Eclairage (système DS).

5.3. MOYENS DE TÉLÉCOMMUNICATION

Les moyens suivants ont été identifiés :

- Moyens d'alerte et d'informations des équipiers de crise et des pouvoirs publics.
- 

5.4. AUTRES DISPOSITIONS PERMETTANT LA GESTION DE CRISE

Les dispositions non identifiées précédemment sont les suivantes :

- Eclairages portatifs.
- Moyens dosimétriques opérationnels.
- Moyens de protections individuelles et collectives.
- Moyens d'alerte des populations.

5.5. DISPOSITIONS ORGANISATIONNELLES VIS-À-VIS DE LA DURÉE DE MISSION LONG TERME DU NOYAU DUR

Au-delà de l'objectif d'autonomie de 3 jours, et afin de garantir la durée de mission de 15 jours de certaines dispositions matérielles, des moyens pour assurer la durée de mission des diesels SBO et du système SEG pourront être acheminés par la Force d'Action Rapide Nucléaire.

En complément des éléments présentés dans le sous-chapitre 13.5, la FARN s'insère dans le dispositif national de crise d'EDF et le déclenchement de son intervention sera décidé par l'Organisation National de Crise d'EDF. La base FARN régionale la plus proche du site de Flamanville est celle de Paluel. Ainsi, l'intervention de la FARN peut commencer sur le site accidenté 12h après sa mobilisation et la FARN sera totalement opérationnelle 24h après sa mobilisation.

L'ensemble des dispositions organisationnelles nécessaires à la mise en oeuvre du Noyau Dur sont présentées dans la [Réf \[6\]](#).

6. QUALIFICATION DES EIPS DU NOYAU DUR AUX CONDITIONS ACCIDENTELLES

6.1. DÉMARCHE

La démarche de qualification du ND (cf [Réf \[9\]](#)) se base principalement sur :

- l'analyse d'exigence fonctionnelle des scénarios noyau dur qui associe aux fonctions de sûreté les états et les durées pour lesquelles celles-ci sont valorisées (cf. [Réf \[10\]](#))
- la détermination des requis de qualification issus des calculs P&T (cf. [Réf \[8\]](#)) et, pour les équipements existants, sur la comparaison de ces requis aux acquis de qualification associés à la démarche MQCA présentée au sous-chapitre 3.7 (concernant l'irradiation, les études associées aux scénarios noyau dur (cf [Réf \[7\]](#)) démontrent l'absence de découverture du coeur dans tous les états et donc l'absence de conditions dégradées du coeur)

A noter, pour la demande de prise en compte d'un scénario de fusion totale (prescription ECS-ND1), les conditions de pression, température et irradiation associées sont enveloppées par les conditions de qualification en situation d'accident grave présentées au sous-chapitre 3.7. Les exigences fonctionnelles associées aux matériels noyau dur étant les mêmes que pour les situations d'accident grave prises en compte indépendamment des situations noyau dur, la qualification acquise au titre des conditions accidentelles justifie la capacité des matériels du noyau dur à assurer leurs fonctions dans les cas de fusion du coeur à la suite de situations noyau dur.

Par ailleurs, le cas d'un accident grave sur une tranche voisine est prise en compte.

6.2. BILAN DE JUSTIFICATION

La comparaison des résultats des « Pression et température enceinte » (cf [Réf \[8\]](#)) avec les profils thermodynamiques de qualification retenus au sous-chapitre 3.7 permettent de justifier la qualification au requis noyau dur de nombreux matériels. Notamment, le profil de qualification « famille 6 » de la démarche MQCA couvre le profil thermodynamique des scénarios noyau dur en état fermés sur la durée de mission de 15 jours.

Ainsi l'application de la démarche (cf [Réf \[10\]](#)) permet de conclure que :

- Les seuls matériels noyau dur du BR qui requièrent une justification de robustesse complémentaire sont les capteurs de niveau de l'IRWST et de la piscine BR.
- Les matériels noyau dur du BK nécessitent une vérification de leur robustesse vis-à-vis des conditions de température compte tenu de la durée de mission du noyau dur qui diffère des scénarios considérés dans la démarche MQCA.

Enfin, la prise en compte d'un accident grave sur une tranche voisine conduit à vérifier la robustesse du contrôle-commande et des tableaux électriques noyau dur vis-à-vis de l'irradiation.

Le bilan de justification (cf [Réf \[11\]](#)) garantit pour l'ensemble des matériels du noyau dur, leur capacité à assurer les fonctions qui leur sont assignées vis-à-vis des conditions d'ambiance accidentelles associées aux situations dans lesquelles ils sont nécessaires.

LISTE DES RÉFÉRENCES

[1] Rapport d'évaluation complémentaire de la sûreté des installations nucléaires au regard de l'accident de Fukushima du site de Flamanville déposé le 15 septembre 2011.

[2] Rapport de l'ASN du 03 janvier 2012 sur les Evaluations Complémentaires de Sûreté.

[3] Décision n° 2011-DC-0213 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 mai 2011 prescrivant à Electricité de France (EDF) de procéder à une évaluation complémentaire de la sûreté de certaines de ses installations nucléaires de base au regard de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi.

[4] Décision n°2012-DC-0283 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 26 juin 2012 fixant à Électricité de France – Société Anonyme (EDF-SA) des prescriptions complémentaires applicables au site électronucléaire de FLAMANVILLE (Manche) au vu des conclusions des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) des INB n°108 et n°109 et n°167

[5] Décision n°2014-DC-0403 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 21 janvier 2014 fixant à Électricité de France – Société Anonyme (EDF-SA) des prescriptions complémentaires applicables au site électronucléaire de Flamanville (Manche) au vu de l'examen du dossier présenté par l'exploitant conformément à la prescription (ECS-1) de la décision n°2012-DC-0283 du 26 juin 2012 de l'Autorité de sûreté nucléaire

[6] D4550.34-12/2809 indice 0 : Projet Post-Fukushima – définition des dispositions organisationnelles du Noyau Dur

[7] D02-ARV-01-072-634 B - EPR FA3 - Transitoires Fukushima - Etudes coeur.

[8] D02-ARV-01-072-611 A - EPR FA3 - Transitoires Fukushima - Analyse pression et température enceinte.

[9] D305915002011 A – Démarche de justification des matériels du noyau dur fukushima de Flamanville 3 vis-à-vis des conditions d'ambiance.

[10] D305115118290 A – Identification des requis associés aux matériels utilisés dans la gestion des situations Noyau Dur Fukushima FA3 - Etat DMES

[11] D305116002385 A – Bilan de justification de la tenue des matériels du Noyau Dur post-Fukushima de l'EPR Flamanville 3

TAB-21.1.1.1 STRUCTURES VALORISÉES DANS LA GESTION DES TRANSITOIRES EN SITUATIONS NOYAU DUR

Structures du noyau dur	Fonction	Type de SSC
Récupérateur de corium	Limitation des rejets	SSC en interface du ND
Structures principales du BR (dont enceinte, SAS, TAM, structures internes, piscine IRWST, piscine BR...)	Tenue structurelle	SSC en interface du ND
Cheminée du BAN	Tenue structurelle	SSC en interface du ND
Structure principale de la pince vapeur	Tenue structurelle	SSC en interface du ND
Structures principales du BL dont la salle de commande	Tenue structurelle	SSC en interface du ND
Structures principales du BW	Tenue structurelle	SSC en interface du ND
Structures principales du BAS	Tenue structurelle	SSC en interface du ND
Structures principales du BK dont la piscine, son liner et le tube de transfert	Tenue structurelle	SSC en interface du ND
Bâtiment du SBO	Tenue structurelle	SSC en interface du ND
Génie civil du Centre de Crise Local	Tenue structurelle	SSC du ND
Structure principale de l'ouvrage de rejet	Tenue structurelle	SSC en interface du ND

**TAB-21.1.1.2 SYSTEMES ET FONCTIONS AVEC ACTIONS HUMAINES REQUISES POUR LA
GESTION DES TRANSITOIRES EN SITUATION NOYAU DUR**

□

21.1.2 ROBUSTESSE AUX AGRESSIONS

21.1.2.1 SÉISME NOYAU DUR

21.1.2.2 INONDATION ET PHÉNOMÈNES ASSOCIÉS (VENTS EXTRÊMES, FOUDRE, GRÊLE)

21.1.2.3 TORNADE NOYAU DUR

SOMMAIRE

.21.1.2.1 SÉISME NOYAU DUR	2
1. CAS DE CHARGE	2
1.1. ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE	2
1.2. ANALYSE	2
1.2.1. SYSTÈMES, STRUCTURES ET COMPOSANTS SITUÉS DANS L'ÎLOT NUCLÉAIRE	2
1.2.2. SYSTÈMES, STRUCTURES ET COMPOSANTS SITUÉS EN DEHORS DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE	2
2. EFFETS INDUITS DU SÉISME NOYAU DUR	3
2.1. ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE	3
2.1.1. SCÉNARIOS CONSIDÉRÉS	3
2.1.2. CIBLES ET SOURCES POTENTIELLES D'EFFETS INDUITS	3
2.2. ANALYSE	4
2.2.1. EFFETS INDUITS DANS LE PÉRIMÈTRE DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE	4
2.2.2. EFFETS INDUITS EN DEHORS DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE	5
3. DISPOSITIONS VALORISÉES ET QUALIFICATION	6
LISTE DES REFERENCES.	8

.21.1.2.1 SÉISME NOYAU DUR

1. CAS DE CHARGE

1.1. ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE

Le niveau de séisme SND pris en compte pour les études de robustesse du Noyau Dur est présenté dans le paragraphe 4.1 de la section 21.0.

Pour les SSC existants du Noyau Dur :

- Lorsqu'ils bénéficient d'une conception sismique initiale, la méthodologie valorise les marges du référentiel de conception.
- Lorsqu'ils ne bénéficient pas d'une conception sismique initiale, la méthodologie requiert d'évaluer directement leur comportement au niveau SND sur la base de méthodes d'analyses sismiques et de critères conformes à l'état de l'art.

Pour les SSC nouveaux du Noyau Dur (SEG, CCL), leur robustesse au SND est prise en compte à la conception.

1.2. ANALYSE

1.2.1. Systèmes, Structures et Composants situés DANS l'îlot nucléaire

Les systèmes, structures et composants (SSC) appartenant au noyau dur relèvent du dimensionnement au Séisme Noyau Dur (SND). Dans le cas général, les SSC sont conçus au SDD de l'îlot nucléaire, défini dans le paragraphe 1 de la section 3.3.2, qui couvre le spectre du SND. La cheminée du BAN a été dimensionnée à un spectre enveloppe du SND (cf. [Réf \[7\]](#)).

Les SSC existants de l'îlot nucléaire identifiés comme matériels noyau dur sont valorisés dans le référentiel de conception et sont classés SC1 (voir paragraphe 2.3 de la section 3.2.1). Les SSC dédiés aux situations noyau dur ont été conçus selon un spectre enveloppe du SND. L'ensemble des SSC noyau dur est par conséquent robuste au SND.

1.2.2. Systèmes, Structures et Composants situés en dehors de l'îlot nucléaire

En dehors de l'îlot nucléaire, les cibles identifiées sont les suivantes (cf. [Réf \[1\]](#)) :

- les matériels du système SRU (situés dans les puits 1 et 4 de la station de pompage, dans l'ouvrage de pré-rejet, dans l'ouvrage de rejet et dans les galeries classées dans lesquelles transite le SRU),
- le Centre de Crise Local,
- le bassin SEA Nord et les matériels du système SEG permettant l'appoint en eau de la piscine BK et des réservoirs ASG.

Il est vérifié que les ouvrages dans lesquels sont situés les matériels du système SRU appartenant aux dispositions matérielles du Noyau Dur sont robustes au Séisme Noyau Dur (cf. [Réf \[1\]](#)).

Les systèmes, structures et composants associés d'une part au Centre de Crise Local et d'autre part à l'appoint en eau de la piscine BK et des réservoirs ASG (bassin SEA Nord et matériels du système SEG) sont conçus en tenant compte d'un niveau de Séisme Noyau Dur (cf. [Réf \[1\]](#)).

2. EFFETS INDUITS DU SÉISME NOYAU DUR

2.1. ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE

2.1.1. Scénarios considérés

Les effets induits sont associés à la défaillance de SSC n'appartenant pas au noyau dur à la suite du Séisme Noyau Dur. Les effets induits redoutés sont de type (cf. [Réf \[2\]](#)) :

- Chutes de charge ;
- Chocs provenant d'autres composants et structures ;
- Fouettement de tuyauteries haute énergie (THE) ;
- Inondation interne ;
- Explosion ;
- Incendie.

Conformément aux hypothèses retenues pour la définition du noyau dur, une situation de Manque De Tension Généralisé et de perte de la source froide est postulée sur l'ensemble du site suite à une agression extrême de niveau ND.

2.1.2. Cibles et sources potentielles d'effets induits

Les cibles sont les SSC du Noyau Dur susceptibles d'être affectés par l'effet induit considéré. Seuls les risques d'effets induits ayant un impact direct sur les cibles Noyau Dur sont évalués.

Les chutes de charges sont étudiées en considérant comme source de ces effets induits uniquement les ponts classés HS pour raison de sûreté.

Les chocs provenant d'autres composants et structures regroupent l'ensemble des impacts sur une cible ND pouvant avoir lieu suite à la chute de composants non ND divers. Tous les équipements susceptibles de chuter sur les SSC ND en cas de SND sont retenus a priori comme source potentielle d'effet induit.

Les sources considérées pour l'effet induit fouettement de tuyauteries haute énergie sont les tuyauteries véhiculant un liquide à plus de 20 bars ou 100°C.

L'inondation, l'explosion et l'incendie seront analysés au niveau du local source de l'effet induit (cf. [Réf \[2\]](#)). Toutefois, cette analyse peut être étendue aux locaux adjacents s'ils sont en communication directe avec des locaux ND (sont considérées comme voies de communication directe les trémies non rebouchées, les escaliers, les caillebotis, les siphons et autres ouvertures).

Les sources d'effets induits considérées comme pouvant générer une inondation en cas de SND sont :

- L'ensemble des tuyauteries en eau non ND (y compris les réseaux incendie),
- Les réservoirs en eau non ND dont le volume est supérieur à 6 m³ (ou dont le volume total est supérieur à 6 m³ en cas de présence de plusieurs réservoirs en eau dans le même local).

Les sources d'effets induits considérées comme pouvant générer une explosion en cas de SND sont :

- les circuits non ND contenant un gaz explosif,
- les procédés non ND générateurs de gaz explosif comme, par exemple, les batteries non ND mais secourues électriquement.

Les sources d'effets induits considérées comme pouvant générer un incendie en cas de SND sont :

- les matériels (non ND) présentant une réserve de liquide inflammable (et potentiellement un point chaud),
- les matériels électriques de puissance (non ND dont l'alimentation est supérieure ou égale à 10kV) secourus par les diesels.

Si les agresseurs ainsi identifiés sont dimensionnés au SDD, compte tenu du fait que le SDD considéré pour le dimensionnement de l'îlot Nucléaire est enveloppe du SND et des faibles dépassements du SDD considéré pour le dimensionnement de l'îlot Conventionnel par le SND, on considère que toute structure ou composant présentant un requis d'intégrité ou de fonctionnalité sous SDD de site reste intègre sous SND.

Pour les agresseurs qui ne sont pas dimensionnés au SDD, une évaluation de sa robustesse au SND, par des méthodes conformes à l'état de l'art, est menée. L'effort d'analyse porte ainsi sur les potentielles sources d'effets induits ne présentant aucun requis sismique dans le référentiel de conception de la tranche, ou sur les requis inférieurs au SC2-I.

Les effets induits à la suite d'un séisme de niveau SND doivent être considérés à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments abritant des cibles ND.

2.2. ANALYSE

2.2.1. Effets induits dans le périmètre de l'îlot nucléaire

Les analyses portent sur la vérification de l'absence d'impact des effets induits d'une part à l'extérieur et d'autre part à l'intérieur des bâtiments Noyau Dur dans le périmètre de l'îlot nucléaire, ainsi que sur les ouvrages Noyau Dur eux-mêmes. Lorsqu'un impact est avéré, des dispositions sont mises en œuvre afin de prévenir l'effet induit ou d'écartier le risque d'impact sur les Systèmes, Structures et Composants du Noyau Dur.

2.2.1.1. Effets induits à l'extérieur des bâtiments Noyau Dur

Pour le risque d'effets induits à l'extérieur des bâtiments Noyau Dur, il est vérifié que (cf. [Réf \[6\]](#)) :

- Le risque de chute de charges est exclu du fait de l'absence d'engin de manutention.
- L'analyse du risque de chocs d'autres composants et structures montre que :
 - Seul un échappement VDA peut être agressé par le basculement d'un escalier suite à la ruine de ses supports lors du séisme ND. Toutefois, ce basculement n'est pas susceptible d'empêcher le bon fonctionnement de l'échappement VDA agressé.
 - Le BTE est robuste au SND. Le risque de choc du BTE sur les ouvrages Noyau Dur de l'îlot nucléaire est donc écarté.
- Le risque de fouettement de THE est exclu du fait de l'absence de THE non Noyau Dur à proximité des Systèmes, Structures et Composants appartenant au Noyau Dur.
- Le risque d'inondation induite par un séisme au-delà du référentiel de dimensionnement menant à la perte de l'ensemble des capacités de stockage présentes sur la plateforme n'est pas susceptible d'affecter les Systèmes, Structures et Composants du Noyau Dur.
- Aucun scénario d'incendie induit par un séisme ne peut endommager un bâtiment ou un système appartenant au Noyau Dur.
- Il n'y a pas d'équipement à risque d'explosion situé à l'extérieur des ouvrages et localisé dans le périmètre de l'îlot nucléaire.

2.2.1.2. Effets induits à l'intérieur des bâtiments Noyau Dur

L'étude des effets induits à l'intérieur des bâtiments Noyau Dur a été menée (cf. [Réf \[6\]](#)).

Le risque de chute de charges est écarté pour les appareils de manutention classés HS pour raisons de sûreté car ces matériels sont calculés au SDD (spectre de dimensionnement de l'îlot nucléaire de l'EPR FA3 couvrant le SND) dans le cas général, ou a minima un spectre enveloppe du SND, et présentent une exigence de non lâcher de charge en cas de séisme. Ainsi, les appareils de manutention classés HS pour raisons de sûreté ne peuvent pas être à l'origine d'une chute de charge en cas de séisme ND.

Le risque de chocs induits par un séisme sur les SSC ND à l'intérieur des bâtiments de l'IN est écarté puisque l'ensemble des SSC du ND sont classés SC1 et sont des cibles dans les études de séisme événement simple défaillance. Les études présentées dans la section 3.3.2 démontrent qu'aucun équipement SC1 n'est affecté en cas de SDD. Le spectre du SND étant couvert par le spectre de dimensionnement de l'îlot nucléaire, aucun SSC du ND n'est susceptible d'être impacté par un choc en cas de SND.

Le paragraphe 2 de la section 3.3.2 du RDS précise qu'il n'y a pas de tuyauterie haute énergie non classée sismique ou classée SC2-S dans ces bâtiments. Les THE sont donc a minima classées SC2-I et leur perte d'intégrité est exclue en cas de SDD. Le spectre du SND étant couvert par le spectre de dimensionnement de l'îlot nucléaire, les THE ne sont pas susceptibles d'être à l'origine d'un fouettement en cas de SND.

Les études de défaillances multiples sous séisme réalisées pour les bâtiments Noyau Dur dans le cadre de la démonstration de sûreté (cf. section 3.3.2) démontrent qu'aucun équipement SC1 n'est affecté par ces cas d'inondations potentiellement générées par un SDD. Le spectre du SND étant couvert par le spectre de dimensionnement de l'îlot nucléaire, les éventuelles inondations générées en cas de SND ne sont pas susceptibles d'affecter des SSC du noyau dur.

Le risque d'explosion à l'intérieur des bâtiments ND vient d'une part des circuits à risque d'explosion et d'autre part des batteries, sources de production d'hydrogène. Les circuits à risque sont à minima SC2-I. Dans les locaux □, les files d'extraction d'hydrogène sont opérables après séisme, et leur alimentation est secourue en cas de MDTG permettant d'éviter tout risque d'accumulation. Le spectre du SND étant couvert par le spectre de dimensionnement de l'îlot nucléaire, ces systèmes sont robustes en cas de SND.

Les matériels électriques de puissance susceptibles de générer un incendie sont tous classés SC2-I à minima. Le spectre de dimensionnement étant enveloppe du spectre SND, ces matériels électriques classés et secourus seront alimentés à la suite d'un séisme de niveau SND. Toutefois, compte-tenu de leur classement au séisme, ils ne peuvent pas être à l'origine d'un départ de feu en cas de SND.

Les matériels non classés séisme et présentant une réserve de liquide inflammable susceptible de générer un incendie dans les locaux Noyau Dur ont été analysés. Un matériel non classé au séisme et susceptible de générer un incendie a été identifié. Néanmoins, l'incendie potentiellement généré n'affecte aucune fonction requise en situation Noyau Dur.

2.2.2. Effets induits en dehors de l'îlot nucléaire

Les études d'effets induits portent à la fois sur la vérification de l'absence d'impact des effets induits à l'extérieur des bâtiments ND sur ces mêmes bâtiments et la vérification de l'absence d'impact des effets induits à l'intérieur des locaux ND hors llot Nucléaire □.

2.2.2.1. Effets induits à l'extérieur des bâtiments Noyau Dur

Pour le risque d'effets induits à l'extérieur des bâtiments ND, il est vérifié que :

- Aucun bâtiment ou structure non dimensionné au séisme n'est susceptible de s'effondrer sur un bâtiment ND. Il n'y a pas de bâtiment ND situé dans la zone de chute d'un bâtiment non sismique.
- Aucun scénario d'explosion interne (présenté à la section 3.4.6) induit par un séisme ne peut endommager un bâtiment ND.
 - Le parc à gaz et les galeries où transitent les tuyauteries d'hydrogène sont robustes au SND.

- La charge des batteries dans le BLNC est coupée en cas de MDTG ou de MDTE, ce qui supprime le risque d'explosion dans ces locaux.
 - Le process CTE est coupé en cas de MDTG ou de MDTE, l'explosion de l'hydrogène résiduel n'aurait pas de conséquence en dehors du local CTE.
 - Les études explosion en salle des machines montrent que ce scénario n'est pas susceptible d'impacter des bâtiments Noyau Dur.
- Aucun scénario d'incendie induit par un séisme n'est susceptible de se propager aux bâtiments ND. En particulier, les transformateurs sont suffisamment éloignés des bâtiments ND.

Le scénario d'inondation induite par un séisme ND à l'extérieur des bâtiments est déjà étudié dans les études inondation externe extrême (cf. Section 21.1.2.2).

2.2.2.2. Effets induits à l'intérieur des bâtiments Noyau Dur (hors îlot nucléaire)

Pour les SSC existants du Noyau Dur (système SRU), une étude des effets induits à l'intérieur de ces locaux ND suite à un SND pouvant agresser ces SSC a été menée (cf. [Réf \[3\]](#)). Cette étude se base sur la détermination de couples agresseurs/cibles.

Pour le SRU diversifié, les effets induits de type chute de charges et fouettement direct de THE sont écartés car il n'y a ni pont de manutention classé HS pour raison de sûreté ni tuyauterie haute énergie (c'est-à-dire véhiculant un liquide à plus de 20 bars ou 100°C) dans ces locaux.

Il n'y a pas de source d'explosion dans les locaux ND du SRU ou les locaux en communication directe.

Pour chaque local de la station de pompage, de l'ouvrage de rejet et des galeries classées contenant un ou plusieurs SSC ND (local dit "ND"), sont identifiés les SSC non ND de ce local pouvant impacter les SSC ND à la suite d'un basculement ou d'une chute ou en générant un incendie ou une inondation.

L'ensemble des initiateurs potentiels d'un incendie ou d'une inondation situés dans les locaux ND du SRU ou dans les locaux en communication directe avec un local ND du SRU sont a minima SC2-I. De plus, la tenue des potentiels agresseurs pouvant basculer ou chuter sur un matériel ND du SRU est démontrée en cas de séisme SND (cf. [Réf \[3\]](#)).

Pour les nouveaux SSC du Noyau Dur (SEG et CCL), leur robustesse au SND est prise en compte à la conception. Ces ouvrages sont implantés à distance suffisante des sources d'effets induits du site et le risque que des matériels non Noyau Dur installés dans ces ouvrages agressent des matériels Noyau Dur en cas de séisme ND est pris en compte à la conception.

3. DISPOSITIONS VALORISÉES ET QUALIFICATION

Les EIPS valorisés pour la gestion de l'agression séisme noyau dur doivent assurer leur fonction en situation d'agression séisme noyau dur dans des conditions d'ambiance ou de sollicitations différentes de celles qu'ils subissent pendant le fonctionnement normal de la tranche. Ces EIPS font donc l'objet d'une qualification particulière afin de garantir qu'ils sont aptes à remplir leurs fonctions dans ces conditions d'ambiance ou de sollicitations particulières.

La démarche de qualification est présentée dans le sous-chapitre 3.7.

Les EIPS valorisés ainsi que la méthode de qualification retenue sont (cf. [Réf \[4\]](#) et [Réf \[5\]](#)) :

EIPS valorisés	Fonction demandée en situation d'agression de niveau ND	Méthode de qualification
Equipements du Noyau Dur dont le maintien de la capacité fonctionnelle ou de l'intégrité est nécessaire	Capacité fonctionnelle ou intégrité	Calcul
Equipements actifs du Noyau Dur dont l'opérabilité est valorisée	Opérabilité et/ou fonctionnalité pendant et/ou après séisme	Cf. section 3.7.1
Bâtiments devant abriter des matériels du Noyau Dur ou appartenant au Noyau Dur	Résistance	Calcul

LISTE DES REFERENCES

- [1]** Note D305214039611 Indice C — EPR FA3 – Étude de robustesse du Noyau Dur de responsabilité CNEPE vis-à-vis du séisme – Note de synthèse
- [2]** Note D305914001805 Indice A – Démarche de vérification de la robustesse du Noyau Dur aux effets induits
- [3]** Note D305216003139 Indice B – EPR FA3 – Etude des effets induits suite à séisme SND dans les locaux du SRU diversifié – Note de synthèse
- [4]** Note D305117014803 Indice A – Dispositions matérielles passives valorisées dans les études d'agressions extrêmes post Fukushima de l'IN
- [5]** Note D305216069664 Indice B – Dispositions matérielles passives valorisées dans les études d'agressions extrêmes post-Fukushima de l'IC/BOP
- [6]** Note D305117009183 Indice B – Analyse de la robustesse du noyau dur vis-à-vis des effets induits par le séisme Noyau Dur pour l'îlot nucléaire de l'EPR Flamanville 3
- [7]** FA3-DITGCB-2021-FR-0094 – FA3 - Vérification complémentaire de la cheminée DWN

SOMMAIRE

.21.1.2.2 INONDATION ET PHÉNOMÈNES ASSOCIÉS (VENTS EXTRÊMES, FOUORE, GRÊLE)	2
1. CAS DE CHARGE	2
1.1. ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE (ALÉAS INONDATIONS EXTERNES CONSIDÉRÉS POUR LE NOYAU DUR)	2
2. ANALYSE	2
2.1. IDENTIFICATION DES CIBLES	2
2.2. PROTECTIONS VIS-À-VIS DES SCÉNARIOS D'INONDATION EXTERNE CONSIDÉRÉS POUR LE NOYAU DUR	3
2.3. PROTECTIONS VIS-À-VIS DES PHÉNOMÈNES ASSOCIÉS (VENTS EXTRÊMES, FOUORE, GRÊLE)	3
3. EFFETS INDUITS DE L'INONDATION EXTERNE NOYAU DUR ET SES PHÉNOMÈNES ASSOCIÉS	4
3.1. ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE	4
3.1.1. SCÉNARIOS CONSIDÉRÉS	4
3.1.2. CIBLES ET SOURCES POTENTIELLES D'EFFETS INDUITS	4
3.2. ANALYSE	5
4. DISPOSITIONS VALORISÉES ET QUALIFICATION	5
LISTE DES REFERENCES.	7

.21.1.2.2 INONDATION ET PHÉNOMÈNES ASSOCIÉS (VENTS EXTRÊMES, Foudre, GRÊLE)

L'objet de cette section est de démontrer la robustesse des bâtiments abritant des fonctions du Noyau Dur vis-à-vis de l'inondation externe "au-delà du référentiel" (événements extrêmes dépassant significativement les cas de dimensionnement) et des phénomènes naturels pouvant être associés (vents extrêmes, foudre, grêle), ainsi que de leurs effets induits, suivant les exigences définies dans le sous-chapitre 21.0.

1. CAS DE CHARGE

1.1. ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE (ALÉAS INONDATIONS EXTERNES CONSIDÉRÉS POUR LE NOYAU DUR)

Les phénomènes d'inondations externes considérés sont soit des inondations associées à la montée de la source froide, soit des inondations par déversement direct sur la plate-forme.

Le niveau de calage de la plate-forme du site de Flamanville (□ m NGFN) présente une marge de sûreté très significative (□ m) par rapport à la Côte Majorée de Sécurité de l'EPR Flamanville 3 calculée en 2014 (□ m NGFN). Toutefois, vis-à-vis du risque de franchissements induits par les effets de la houle propagée sur des niveaux de mer « au-delà du référentiel », des essais en cuve à houle ont montré, pour un niveau statique de □ m NGFN (CMS de Flamanville 1-2 calculée en 2002 □ m), des franchissements (cf. [Réf \[2\]](#)). Les volumes de franchissements sont estimés à près de □ m³ pour □ h de tempête.

De plus, trois scénarios enveloppes de l'ensemble des situations à considérer « au-delà du référentiel » et susceptibles de générer une lame d'eau par déversement direct sur la plate-forme ont été retenus :

- Scénario dit « PFI x 2 » : Pluie de Forte Intensité (PFI), correspondant au doublement des PFI d'occurrence centennale du référentiel,
- Scénario dit « PFI + SEO bouché » : PFI centennale d'une heure, conjuguée à l'obstruction totale des avaloirs du réseau d'évacuation des eaux pluviales (réseau SEO),
- Scénario dit « IISHD » : Inondation Induite par un Séisme Hors Dimensionnement. Il s'agit de la prise en compte d'une inondation externe induite par la ruine d'ouvrages d'eau situés sur la plate-forme ou en aplomb de celle-ci (bassins, réservoirs, tuyauteries), sous l'effet d'un séisme Noyau Dur (SND) tel que défini dans le sous-chapitre 21.0.

Les phénomènes naturels pouvant être liés à l'inondation (vents extrêmes, foudre, grêle) tels que définis dans le sous-chapitre 21.0 ont également été considérés.

Ces scénarios et les hypothèses d'études associées sont détaillés dans les notes [Réf \[1\]](#) et [Réf \[2\]](#).

2. ANALYSE

2.1. IDENTIFICATION DES CIBLES

L'identification des bâtiments abritant des fonctions du Noyau Dur et devant être protégés vis-à-vis d'une inondation externe « au-delà du référentiel » est basée sur l'Analyse Fonctionnelle réalisée dans la section 21.1.1.

Ainsi, les cibles à protéger vis-à-vis de l'inondation externe "au-delà du référentiel" sont :

- Les bâtiments de l'Îlot Nucléaire (HR, HL, HK et HD),

- Des matériels du système SRU (situés dans les puits 1 & 4 de la station de pompage, dans l'ouvrage de pré-rejet, dans l'ouvrage de rejet et dans les galeries classées dans lesquelles transite le SRU),
- Le Centre de Crise Local (situé à un niveau supérieur par rapport au niveau plate-forme du CNPE),
- Le bassin SEA Nord et les matériels du système SEG (situé à un niveau supérieur par rapport au niveau plate-forme du CNPE) permettant l'appoint en eau de la piscine BK et des réservoirs ASG.

2.2. PROTECTIONS VIS-À-VIS DES SCÉNARIOS D'INONDATION EXTERNE CONSIDÉRÉS POUR LE NOYAU DUR

Une hauteur de lame d'eau de cm (par rapport au niveau zéro théorique de la plate-forme, soit m NGFN) a été définie comme valeur de découplage pour le dimensionnement des protections. Cette valeur permet de couvrir de manière conservative l'ensemble des scénarios évoqués au [§ 1.](#) (cf. [Réf \[1\]](#) et [Réf \[2\]](#)).

Certains systèmes sont conçus pour ne pas être affectés par une inondation externe « au-delà du référentiel ». Ils sont soit situés à une altimétrie supérieure au niveau d'eau atteint, soit déployés après l'évènement initiateur dans le cas particulier de la liaison entre la source d'eau ultime de l'appoint ultime et l'Îlot Nucléaire.

Pour les autres systèmes, des dispositions de protection ont été valorisées pour éviter l'entrée d'eau dans les bâtiments abritant des fonctions du Noyau Dur en cas de présence d'une lame d'eau de cm sur la plate-forme. Les dispositions sont les suivantes :

- L'étanchéité des portes sécuritaires situées en limite de périmètre des bâtiments à protéger,
- La mise en place de seuils ou de batardeaux devant les portes non sécuritaires d'accès extérieur, ou les autres ouvertures situées en partie basse, associées à des murets en béton armé permettant d'assurer la continuité avec le voile du bâtiment à protéger. Les phénomènes considérés, et en particulier l'inondation sismo-induite, n'étant pas prédictibles, ces dispositifs seront fixes ou à relevage automatique sous l'action de l'eau,
- Le calfeutrement avec un requis d'étanchéité à l'eau des éventuelles trémies (traversées de tuyauteries ou de câbles) situées en partie basse des bâtiments.

L'arase des dispositifs est calée à la hauteur de découplage de cm par rapport au niveau de la plate-forme. Dans le cas où l'altimétrie mesurée de l'accès ou de l'ouverture est déjà supérieure à cette hauteur, aucune protection complémentaire n'est nécessaire.

2.3. PROTECTIONS VIS-À-VIS DES PHÉNOMÈNES ASSOCIÉS (VENTS EXTRÊMES, FOUDRE, GRÊLE)

Le dimensionnement des SSC du Noyau Dur est enveloppe des caractéristiques des vents extrêmes telles que définies dans le sous-chapitre 21.0. L'analyse de sûreté est réalisée dans le paragraphe 2.2 de la section 3.3.6.

Les caractéristiques du courant de foudre à prendre en compte dans le cadre "au-delà du référentiel" sont définies dans le sous-chapitre 21.0.

En comparaison avec les valeurs retenues dans le cadre du dimensionnement (cf. section 3.3.7), l'analyse menée dans le paragraphe 2 de la section 3.3.7 n'est pas remise en cause dans la mesure où :

- la capacité fonctionnelle des matériels directement impactés n'est pas remise en cause, et est déjà analysée dans le paragraphe 2 de la section 3.3.7,
- le dimensionnement des mesures de protection contre les perturbations conduites se base déjà sur ce cas de charge « au-delà du référentiel »,

- les niveaux de champs rayonnés auxquels sont soumis les matériels Noyaux Durs sont revus à la hausse mais restent acceptables au regard de l'installation des matériels Noyau Dur dans les bâtiments.

Par ailleurs, la foudre ne remet pas en cause les capacités fonctionnelles Noyau Dur du bassin SEA Nord.

Les grêlons, dont les caractéristiques sont définies dans le sous-chapitre 21.0, présentent une masse d'environ 10^{-3} g et une énergie cinétique de 10^{-2} J. Ainsi, tous les éléments métalliques ou génie-civil sont robustes à l'impact d'un ou plusieurs grêlons compte tenu :

- de la très faible nocivité du projectile "grêlon" (masse et énergie cinétique faible),
- des règles de conception appliquées à la conception (ETC-C, RCC-M, etc.).

De plus, aucun matériel électrique ou de contrôle commande Noyau Dur du système SRU n'est localisé à l'extérieur.

Par ailleurs, le risque de bouchage par la grêle des avaloirs des réseaux d'évacuation des eaux pluviales (réseau SEO) est couvert par le scénario "PFI + SEO bouché" et analysé au paragraphe 2.1 de la présente section.

Enfin, le Centre de Crise Local (CCL) et les dispositions matériels du système SEG sont conçus sur la base des exigences présentées dans le sous-chapitre 21.0. Par conséquent elles sont robustes aux agressions extrêmes considérées pour la définition du Noyau Dur, dont les phénomènes associés à l'inondation externe (vents extrêmes, foudre, grêle).

3. EFFETS INDUITS DE L'INONDATION EXTERNE NOYAU DUR ET SES PHÉNOMÈNES ASSOCIÉS

3.1. ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE

3.1.1. Scénarios considérés

Les effets induits sont associés à la défaillance de SSC n'appartenant pas au noyau dur à la suite d'une inondation externe Noyau Dur éventuellement accompagnée de ses phénomènes associés (foudre, vent, grêle). Les effets induits redoutés sont de type (cf. [Réf \[3\]](#)) :

- Chutes de charge ;
- Chocs provenant d'autres composants et structures ;
- Fouettement de tuyauteries haute énergie (THE) ;
- Inondation interne ;
- Explosion ;
- Incendie.

Conformément aux hypothèses retenues pour la définition du Noyau Dur, une situation de Manque De Tension Généralisé et de perte de la source froide est postulée sur l'ensemble du site suite à une agression extrême de niveau ND.

3.1.2. Cibles et sources potentielles d'effets induits

Les cibles sont les SSC du Noyau Dur susceptibles d'être affectés par l'effet induit considéré. Seuls les risques d'effets induits ayant un impact direct sur les cibles Noyau Dur sont évalués.

Les effets induits à la suite d'une inondation externe Noyau Dur et de ses effets associés (vent, foudre, grêle) sont considérés uniquement à l'extérieur des bâtiments abritant des cibles ND. En effet, comme vu dans les paragraphes précédents, les bâtiments Noyau Dur sont robustes à l'inondation externe et

ses phénomènes associés. Ces agressions ne peuvent donc pas engendrer d'effet induit à l'intérieur de ces bâtiments.

3.2. ANALYSE

Comme présenté au paragraphe 2.1, le niveau maximal atteint sur la plate-forme en cas d'inondation externe Noyau Dur est de \square cm.

Cette lame d'eau ne peut pas générer physiquement un choc, une chute de charge, un fouettement de THE ou une explosion (pas d'effet mécanique sur les initiateurs).

Un incendie pourrait être éventuellement généré (par un court-circuit par exemple). Toutefois les bâtiments Noyau Dur sont suffisamment éloignés des principales sources d'incendie du site (les transformateurs notamment). De plus, les systèmes de protection incendie du Noyau Dur ne seraient pas affectés par l'inondation.

Pour les phénomènes associés à l'inondation externe (vent, foudre, grêle), il n'est pas identifié d'effet induit redouté par le vent ou la grêle.

Concernant les effets induits par la foudre, dans le périmètre de l'îlot Nucléaire, il n'y a aucune source d'explosion à l'extérieur des bâtiments, ce qui permet d'exclure tout risque d'explosion. Concernant le risque d'incendie induit, la seule source potentielle d'incendie pouvant être impactée par la foudre est située sur le toit du BTE. Toutefois, le feu généré y serait circonscrit, il n'engendrerait donc aucune conséquence sur les bâtiments et SSC du Noyau Dur compte tenu de l'éloignement du BTE avec ces derniers.

En dehors de l'îlot nucléaire, des dispositions constructives ont été prises lors de la conception initiale des bâtiments pour lutter contre l'agression foudre (cf. section 3.3.7). Les vérifications effectuées (cf. [Réf \[2\]](#)) démontre que le design des bâtiments potentiellement impactables par la foudre extrême (HM, HP et HC) permet de garantir l'absence de génération « d'étincelles dangereuses » à l'intérieur de ces bâtiments au sens de la norme NF EN 62305-3. D'autre part, les tuyauteries transportant de l'hydrogène sont mises à la terre à l'entrée et à la sortie des bâtiments par des liaisons équipotentielles dont le dimensionnement est enveloppe du niveau de foudre ND. A l'extérieur des bâtiments, la seule source d'explosion est le parc à gaz HZH. Celui-ci étant protégé par les pylônes des lignes 400kV, il n'est pas impactable par la foudre ND.

De plus, l'ensemble de la protection incendie classée F2 est protégée contre les effets de la foudre ND par les cages Faraday des bâtiments qui les abritent et par leur mise à la terre à l'entrée et à la sortie des bâtiments.

En conséquence, le risque d'effets induits incendie et explosion interne provoqués par la foudre ND lors d'une inondation externe ND peut être exclu.

4. DISPOSITIONS VALORISÉES ET QUALIFICATION

Les dispositions de protection contre l'inondation externe extrême ont pour but d'éviter les entrées d'eau dans les bâtiments abritant les équipements du Noyau Dur. De même, des dispositions de protection contre la foudre sont valorisées pour assurer la protection des équipements du Noyau Dur. Ces EIPS doivent assurer leur fonction dans des conditions d'ambiance ou de sollicitations différentes de celles qu'ils subissent pendant le fonctionnement normal de la tranche. Ils font donc l'objet d'une qualification particulière afin de garantir qu'ils sont aptes à remplir leurs fonctions dans ces conditions d'ambiance ou de sollicitations particulières.

La démarche de qualification est présentée dans le sous-chapitre 3.7.

Les EIPS valorisés ainsi que la méthode de qualification retenue sont (cf. [Réf \[4\]](#) et [Réf \[5\]](#)) :

EIPS valorisés	Fonction demandée en situation d'agression de niveau ND	Méthode de qualification
Portes et trémies en interface entre les zones des bâtiments abritant les équipements du noyau dur et l'extérieur	Tenue à la hauteur de colonne d'eau	Essai sur matériel type en usine ou laboratoire
Bâtiments abritant des matériels à protéger vis-à-vis de l'inondation externe	Aptitude au service	Cf. sous-chapitre 3.5. du Rapport de Sûreté
Seuils	Tenue à la hauteur d'eau	Calcul
Cage maillée des bâtiments abritant des cibles à protéger vis-à-vis de la foudre et réseau de terre (dont les chambres de contrôle assurant l'interconnexion du système de capture avec le réseau enterré)	Evacuation de l'énergie générée par un impact de foudre	Dimensionnement suivant la norme NF EN 62561 ou EN 62305-3 Contrôle de la continuité du ferrailage via des spécifications de mise en œuvre ou mesures
Parafoudres (pour le CCL)	Limitation des surtensions et écoulement des courants de foudre	Dimensionnement selon la norme NF EN 61643 (parafoudres sur les liaisons basses et très basses tensions) et NF EN 60099 (parafoudres haute tension)

LISTE DES REFERENCES

[1] Note ECEIG140743, indice C, Noyau Dur Post-Fukushima — Synthèse des dispositions prises à la conception des bâtiments de l'Îlot Nucléaire vis-à-vis de l'Inondation Externe « au-delà du référentiel »

[2] Note D305214027590, indice D, Noyau Dur Post-Fukushima — Synthèse des dispositions prises à la conception des bâtiments de l'Îlot Conventionnel vis-à-vis de l'Inondation Externe « au-delà du référentiel »

[3] Note D305914001805 Indice A – Démarche de vérification de la robustesse du Noyau Dur aux effets induits

[4] Note D305117014803 Indice A – Dispositions matérielles passives valorisées dans les études d'agressions extrêmes post-Fukushima de l'IN

[5] Note D305216069664 Indice B – Dispositions matérielles passives valorisées dans les études d'agressions extrêmes post-Fukushima de l'IC/BOP

SOMMAIRE

.21.1.2.3 TORNADO NOYAU DUR	2
1. CAS DE CHARGE	2
1.1. ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE	2
1.2. ANALYSE	2
1.2.1. SYSTÈMES, STRUCTURES ET COMPOSANTS SITUÉS DANS L'ÎLOT NUCLÉAIRE	2
1.2.2. SYSTÈMES, STRUCTURES ET COMPOSANTS SITUÉS EN DEHORS DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE	3
2. EFFETS INDUITS DE LA TORNADO	3
2.1. ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE	3
2.1.1. SCÉNARIOS CONSIDÉRÉS	3
2.1.2. CIBLES ET SOURCES POTENTIELLES D'EFFETS INDUITS	3
2.2. ANALYSE	4
2.2.1. EFFETS INDUITS DANS LE PÉRIMÈTRE DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE	4
2.2.2. EFFETS INDUITS EN DEHORS DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE	4
3. DISPOSITIONS VALORISÉES ET QUALIFICATION	5
LISTE DES REFERENCES.	6

.21.1.2.3 TORNADE NOYAU DUR

1. CAS DE CHARGE

1.1. ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE

Les différents effets d'une tornade à considérer sont :

- La pression dynamique du vent (effet direct),
- Les variations brutales de pression (effet direct),
- Les projectiles générés par le vent de la tornade (effet indirect).

Le niveau de tornade pris en compte pour les études de robustesse est une tornade de niveau EF4. Les caractéristiques de cette tornade et le spectre de projectiles qui lui sont associés sont présentés dans le paragraphe 4.3 de la section 21.0.

Les ouvrages enterrés ne sont pas sensibles aux effets de la tornade.

Les éléments structurels des ouvrages en béton armé sont considérés robustes aux effets directs du vent ainsi qu'à la chute brutale de pression. Par ailleurs, les poteaux et les poutres en béton armé sont supposés robustes aux projectiles Tornade de part leur conception. Par conséquent, seuls les voiles et dalles peuvent présenter une faiblesse vis-à-vis des projectiles tornade en fonction de leur épaisseur de béton.

Compte tenu de sa masse et de sa vitesse, le projectile de type bille d'acier n'est pas susceptible de remettre en cause la tenue structurelle des ouvrages ou parties d'ouvrage Noyau Dur. Ce projectile est donc considéré uniquement pour les matériels Noyau Dur situés à l'extérieur.

La vérification de la non perforation des ouvrages s'effectue uniquement vis-à-vis de l'impact du projectile tube d'acier. Cette vérification est réalisée suivant l'annexe 1-D de l'ETC-C. La vérification de la tenue structurelle de l'ouvrage vis-à-vis de l'impact des projectiles s'effectue uniquement vis-à-vis du projectile automobile. Cette vérification peut être réalisée suivant deux méthodes en fonction des configurations : soit suivant la méthode statique équivalente, soit suivant l'annexe 1-C de l'ETC-C.

Les émergences diverses et les points singuliers des ouvrages (type portes, ventelles, etc) font l'objet d'analyses spécifiques.

1.2. ANALYSE

1.2.1. Systèmes, Structures et Composants situés dans l'îlot nucléaire

Les cibles à protéger de la tornade sont identifiées à partir de la liste des systèmes, structures et composants nécessaires à l'accomplissement des fonctions du noyau dur, ainsi que déterminés dans la section 21.1.1. On écarte de l'analyse les matériels protégés par les ouvrages de Génie Civil qui sont robustes aux différents effets de la tornade.

Dans l'îlot Nucléaire, les cibles identifiées sont les suivantes :

□

La cheminée DWN et les silencieux VDA sont intrinsèquement robustes aux différents effets de la tornade. Des protections sont mises en place au droit des échappements diesels SBO et de l'extrémité de la colonne sèche JPI.

Les systèmes de ventilation et le DEL sont protégés des projectiles de par leur localisation. Les fonctions du noyau dur que ces systèmes assurent ne sont pas remises en cause par les effets de pression et de dépression générés par la tornade.

Ainsi, les fonctions assurées par les dispositions matérielles du noyau dur sont robustes aux différents effets de la tornade telle que décrits au sous-chapitre 21.0.

1.2.2. Systèmes, Structures et Composants situés en dehors de l'îlot nucléaire

En dehors de l'îlot nucléaire, les cibles identifiées sont les suivantes (cf. [Réf \[2\]](#)) :

- des matériels du système SRU (situés dans les puits 1 et 4 de la station de pompage, dans l'ouvrage de pré-rejet, dans l'ouvrage de rejet et dans les galeries classées dans lesquelles transite le SRU),
- le Centre de Crise Local,
- le bassin SEA Nord et les matériels du système SEG permettant l'appoint en eau de la piscine BK et des réservoirs ASG.

Les ouvrages dans lesquels sont situés les matériels du système SRU appartenant aux dispositions matérielles du Noyau Dur sont robustes à la Tornade Noyau Dur. Certaines grilles, portes et traversées en interface avec l'extérieur ne sont pas robustes à la Tornade Noyau dur, mais les cibles Noyau Dur ne sont pas impactées compte tenu de leur localisation dans ces ouvrages (cf. [Réf \[2\]](#)).

Les dispositions matérielles associés au Centre de Crise Local sont conçues robustes à la Tornade Noyau Dur (cf. [Réf \[2\]](#)).

Les dispositions matérielles associées à l'appoint en eau de la piscine BK et des réservoirs ASG (bassin SEA Nord et matériels du système SEG) sont soit conçues robustes à la Tornade Noyau Dur, soit protégées par des structures adaptées, soit déployées après l'évènement initiateur (liaison entre la source d'eau ultime et l'îlot nucléaire qui est constituée de moyens mobiles stockés dans un lieu robuste à l'agression) (cf. [Réf \[2\]](#)).

2. EFFETS INDUITS DE LA TORNADE

2.1. ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE

2.1.1. Scénarios considérés

Les effets induits sont associés à la défaillance de SSC n'appartenant pas au Noyau Dur à la suite d'une tornade Noyau Dur. Les effets induits redoutés sont de type (cf. [Réf \[3\]](#)) :

- Chutes de charge ;
- Chocs provenant d'autres composants et structures ;
- Fouettement de tuyauteries haute énergie (THE) ;
- Inondation interne ;
- Explosion ;
- Incendie.

Conformément aux hypothèses retenues pour la définition du noyau dur, une situation de Manque De Tension Généralisé et de perte de la source froide est postulée sur l'ensemble du site suite à une agression extrême.

2.1.2. Cibles et sources potentielles d'effets induits

Les cibles sont les SSC du Noyau Dur susceptibles d'être affectés par l'effet induit considéré. Seuls les risques d'effets induits ayant un impact direct sur les cibles Noyau Dur sont évalués.

En ce qui concerne les projectiles associés à la tornade, il est considéré un seul projectile à la fois, le plus pénalisant, vis-à-vis des sources potentielles de l'effet induit considéré.

Les effets induits à la suite d'une tornade sont considérés uniquement à l'extérieur des bâtiments abritant des cibles ND. En effet, comme vu dans les paragraphes précédents, les bâtiments Noyau Dur sont robustes à la tornade. La tornade ne peut donc pas engendrer d'effet induit à l'intérieur de ces bâtiments. Ainsi, la tornade ne peut pas générer d'effets induits de type chutes de charge, chocs provenant d'autres composants et structures ou fouettement de tuyauteries haute énergie à l'intérieur des bâtiments Noyau Dur.

Toutefois, il peut y avoir sur certains bâtiments Noyau Dur quelques faiblesses localisées ☐ dont la non robustesse à la tornade a été justifiée par l'absence de matériels Noyau Dur derrière ces faiblesses. Dans le cadre des études effets induits, il est vérifié qu'il n'y a pas non plus de sources d'effets induits de type incendie ou inondation derrière les faiblesses localisées dans les locaux Noyau Dur.

2.2. ANALYSE

2.2.1. Effets induits dans le périmètre de l'îlot nucléaire

Les études d'effets induits portent sur la vérification de l'absence d'impact des effets induits sur les Systèmes, Structures et Composants appartenant au Noyau Dur et situés à l'extérieur des bâtiments dans le périmètre de l'îlot nucléaire (cf. [Réf \[1\]](#)).

Les effets induits de type chute de charges, fouettement de THE et explosion sont écartés car il n'y a ni engin de manutention, ni tuyauterie haute énergie, ni source d'explosion situé à l'extérieur dans le périmètre considéré.

Étant donné que le BAN n'est pas un bâtiment Noyau Dur mais qu'il est situé dans le périmètre de l'îlot nucléaire, le risque d'explosion induite dans ce bâtiment a également été analysé. ☐ Ainsi, aucun scénario d'explosion induite par une tornade ND n'est envisageable.

Le seul scénario d'explosion induite retenu est celui d'une explosion externe au site. Les dispositions prises afin de mitiger les effets de l'onde de pression sont les mêmes que dans la section 3.3.4 et sont robustes aux effets de la tornade. Ce scénario n'aboutit à aucune conséquence sur les SSC du Noyau Dur.

L'analyse du risque de chocs induits par une tornade ND a montré que le seul scénario plausible est celui du basculement d'un escalier sur le silencieux d'un échappement VDA. Ce cas ne remet toutefois pas en cause le bon fonctionnement du système.

L'analyse du risque d'incendies induits par une tornade ND a montré que les seules sources potentielles d'incendie sont situées sur le toit du BTE. L'incendie généré serait en tout état de cause circonscrit au toit du BTE et sans impact sur les Systèmes, Structures et Composants du Noyau Dur identifiés à l'extérieur des bâtiments dans le périmètre de l'îlot nucléaire.

Les études d'inondation induite par un séisme au-delà du référentiel de dimensionnement ont postulé la perte de l'ensemble des capacités de stockage présentes sur la plateforme. Les éléments de protection valorisés au cours de ce scénario sont les portes sécuritaires en limite de bâtiment identifiées à la section 3.3.5. Par conception, ces portes sécuritaires sont robustes aux effets de la tornade (vents, dépression, projectile). L'inondation induite par une tornade à l'extérieur des bâtiments Noyau Dur est donc couverte par ces études d'inondation induite par un séisme au-delà du référentiel.

L'absence de fragilité sur les bâtiments ND de l'îlot nucléaire est vérifiée. Le risque d'effets induits par une tornade ND est donc exclu à l'intérieur de ces bâtiments.

2.2.2. Effets induits en dehors de l'îlot nucléaire

Aucun scénario d'explosion interne (présenté à la section 3.4.6) induit par une tornade ND ne peut endommager un bâtiment Noyau Dur :

En cas de MDTG ou de MDTE, la charge des batteries dans le BLNC et le process CTE sont coupés ce qui supprime le risque d'explosion dans le BLNC et limite ces conséquences au local pour le process CTE.

Les tuyauteries hydrogène cheminant en galeries enterrées sont à l'abri des effets de la tornade.

Le parc à gaz HZH est robuste aux effets directs de la tornade (cf. [Réf \[4\]](#)). Grâce aux alvéoles bétonnées entourant chaque cadre d'hydrogène, un unique projectile ne peut agresser qu'un seul cadre hydrogène. L'explosion d'un unique cadre hydrogène est considérée dans le cadre des études explosion interne (cf. section 3.4.6), il est démontré que ces conséquences sont acceptables et n'impacteront en aucun cas le Noyau Dur.

Les études explosion en salle des machines montrent que ce scénario n'est pas susceptible d'impacter des bâtiments Noyau Dur.

Les études d'inondation induite par un séisme au-delà du référentiel de dimensionnement ont postulé la perte de l'ensemble des capacités de stockage présentes sur la plateforme. Les éléments valorisés au titre de la protection vis-à-vis de ce scénario d'inondation sont des portes sécuritaires en limite de bâtiment et des seuils devant les portes des trains 1 et 4 de la station de pompage. Ces portes sécuritaires et ces seuils sont robustes à l'ensemble des effets de la tornade (vent, dépression, projectiles) de par leur conception (cf. [Réf \[4\]](#)). L'inondation induite par la tornade à l'extérieur des bâtiments Noyau Dur est donc couverte par ces études d'inondation induite par un séisme au-delà du référentiel de dimensionnement (cf. section 21.1.2.2).

Aucun scénario d'incendie induit par une tornade ND n'est susceptible de se propager aux bâtiments ND. En particulier, les transformateurs sont suffisamment éloignés des bâtiments ND.

De plus, l'analyse de l'environnement des faiblesses localisées dans les locaux Noyau Dur conclut à l'absence de sources potentielles d'incendie ou d'inondation dans ce périmètre (cf. [Réf \[4\]](#)).

3. DISPOSITIONS VALORISÉES ET QUALIFICATION

Les dispositions de protection contre la tornade Noyau Dur ont pour but d'éviter tout impact de la tornade dans les bâtiments abritant les équipements du noyau dur. Ces EIPS doivent assurer leur fonction dans des conditions d'ambiance ou de sollicitations différentes de celles qu'ils subissent pendant le fonctionnement normal de la tranche. Ils font donc l'objet d'une qualification particulière afin de garantir qu'ils sont aptes à remplir leurs fonctions dans ces conditions d'ambiance ou de sollicitations particulières.

La démarche de qualification est présentée dans le sous-chapitre 3.7 du Rapport de Sûreté.

Les EIPS valorisés ainsi que la méthode de qualification retenue sont (cf. notes [Réf \[5\]](#) et [Réf \[6\]](#)) :

EIPS valorisés	Fonction demandée en situation d'agression de niveau ND	Méthode de qualification
Portes, grilles, structures de protection des échappements diesels et dalles amovibles en interface entre les zones des bâtiments abritant les équipements du Noyau Dur et l'extérieur	Résistance à la tornade et ses effets	Calcul
Bâtiments abritant des matériels Noyau Dur	Résistance à la tornade et ses effets	Calcul

LISTE DES REFERENCES

[1] ECEIG141270 Indice C — Etude de la résistance du Noyau Dur ECS Post-Fukushima à la tornade, pour l'Ilot Nucléaire de l'EPR FA3

[2] Note D305214030244 Indice A — Noyau Dur Post-Fukushima - Synthèse des études de robustesse du Noyau Dur de responsabilité CNEPE vis-à-vis de la tornade

[3] Note D305914001805 Indice A – Démarche de vérification de la robustesse du Noyau Dur aux effets induits

[4] Note D305215027526 Indice A – Note de synthèse de la robustesse du Noyau Dur de responsabilité CNEPE vis-à-vis des effets induits par la tornade

[5] Note D305117014803 Indice A – Dispositions matérielles passives valorisées dans les études d'agressions extrêmes post-Fukushima de l'IN

[6] Note D305216069664 Indice B – Dispositions matérielles passives valorisées dans les études d'agressions extrêmes post-Fukushima de l'IC/BOP

21.1.3 DESCRIPTION DES DISPOSITIONS SPÉCIFIQUES AUX SITUATIONS NOYAU DUR

21.1.3.1 SYSTÈME D'ALIMENTATION EN EAU BRUTE GÉNÉRALISÉE POUR L'ULTIME SECOURS (SEG) ET SYSTÈME D'EAU À DÉMINÉRALISER (PRÉ-TRAITEMENT) (SEA)

21.1.3.2 CENTRE DE CRISE LOCAL

SOMMAIRE

.21.1.3.1	SYSTÈME D’ALIMENTATION EN EAU BRUTE GÉNÉRALISÉE POUR L’ULTIME SECOURS (SEG) ET SYSTÈME D’EAU À DÉMINÉRALISER (PRÉ-TRAITEMENT) (SEA)	4
0.	EXIGENCES GÉNÉRALES	4
1.	DESCRIPTION – FONCTIONNEMENT	4
1.1.	DESCRIPTION	4
1.1.1.	DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME SEG	4
1.1.2.	DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTEME SEA	4
1.1.3.	DESCRIPTION DES MATÉRIELS PRINCIPAUX	4
1.1.4.	DESCRIPTION DES DISPOSITIONS D’INSTALLATIONS PRINCIPALES	5
1.2.	ANALYSE FONCTIONNELLE	5
1.3.	CRITÈRES FONCTIONNELS	5
1.4.	FONCTIONNEMENT	5
1.4.1.	FONCTIONNEMENT EN RÉGIME NORMAL DE LA TRANCHE	5
1.4.2.	FONCTIONNEMENT EN SITUATIONS NOYAU DUR	5
1.4.3.	AUTRES RÉGIMES DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME	6
2.	BASES DE CONCEPTION	6
2.1.	BASES DE CONCEPTION GÉNÉRALES	6
2.2.	BASES DE CONCEPTION RELATIVES AUX FONCTIONS DES SYSTÈMES SEG ET SEA	6
2.3.	AUTRES BASES DE CONCEPTION	7
3.	ANALYSE	7
3.1.	CLASSEMENT	7
3.2.	ROBUSTESSE AUX AGRESSIONS	7
3.3.	CONCEPTION ET FABRICATION SOUS ASSURANCE QUALITÉ	7
3.4.	ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	8
3.4.1.	ESSAIS DE DÉMARRAGE	8
3.4.2.	SURVEILLANCE EN EXPLOITATION	8
3.4.3.	ESSAIS PÉRIODIQUES	8
3.4.4.	MAINTENANCE	8



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 21

SECTION 1.3.1

PAGE 2/9

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

4. SCHÉMA DE PRINCIPE DU SYSTÈME SEG 8



RAPPORT DE SURETE
— DE FLAMANVILLE 3 —

CHAPITRE 21

CENTRALES NUCLÉAIRES

Version Publique

SECTION 1.3.1

Palier EPR

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

PAGE 3/9

FIGURES :

**FIG–21.1.3.1.1 SCHÉMA DE PRINCIPE GÉNÉRAL DU SYSTÈME 0SEG
INTÉGRANT LE BASSIN NORD SEA 9**

.21.1.3.1 SYSTÈME D'ALIMENTATION EN EAU BRUTE GÉNÉRALISÉE POUR L'ULTIME SECOURS (SEG) ET SYSTÈME D'EAU À DÉMINÉRALISER (PRÉ-TRAITEMENT) (SEA)

0. EXIGENCES GÉNÉRALES

Le système SEG ainsi que le bassin Nord SEA font partie des dispositions matérielles et organisationnelles du noyau dur.




D'une manière générale, les exigences associées aux systèmes, structures et composants du noyau dur sont présentées dans le sous-chapitre 21.0.

1. DESCRIPTION – FONCTIONNEMENT



1.1. DESCRIPTION

1.1.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME SEG

Le système SEG est composé :


- d'une ligne d'alimentation principale intégrant les vannes d'isolement  situées dans la chambre de jonction en haut de falaise. La première vanne d'isolement assure le maintien hors d'eau des tuyauteries non enterrées installées à l'extérieur en caniveau dans l'objectif d'éviter leur prise en glace. La deuxième vanne d'isolement permet de limiter la mise en eau de toutes les tuyauteries du système lors des Essais Périodiques.
- de deux lignes d'alimentation des tranches 1 et 2 équipées de vannes  d'isolement et de raccords pour dispositifs mobiles,
- de deux lignes d'alimentation de la tranche 3 équipées de vannes  et de raccords pour dispositifs mobiles permettant d'alimenter les utilisateurs ASG et JPI de la tranche 3.

1.1.2. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTEME SEA

Le bassin Nord SEA est l'unique élément du système SEA faisant partie des dispositions matérielles et organisationnelles du noyau dur. Ce bassin a un volume de  m³ dont  m³ environ en gravitaire.

1.1.3. DESCRIPTION DES MATÉRIELS PRINCIPAUX

Le système SEG est constitué des matériels principaux suivants :

- Crépine : la crépine a pour fonction de filtrer l'eau SEA du bassin Nord en amont des utilisateurs.
- tuyauteries :
 - La tuyauterie reliant le bassin Nord SEA à la chambre de jonction est en béton à âme tôle. Cette canalisation est enterrée.
 - La tuyauterie reliant la chambre de jonction située en haut de falaise aux points de livraison des trois tranches est en acier noir peint et installée dans des caniveaux béton de surface robustes aux agressions Noyau Dur.
- vannes : Toutes les vannes du réseau SEG sont  non équipées de fin de course.
- piquages : Les piquages situés en pied de falaise sont conçus pour rester opérationnels et accessibles suite aux agressions Noyau Dur définies dans le sous-chapitre 21.0.
- flexibles DN100 reliant les points de connexions SEG situés en pied de falaise aux utilisateurs.

1.1.4. DESCRIPTION DES DISPOSITIONS D'INSTALLATIONS PRINCIPALES

L'aspiration dans le bassin Nord SEA est conçue dans l'objectif de permettre un fonctionnement totalement gravitaire pendant une période minimale de 3 jours.

Les points de connexions SEG sont situés au niveau de la plateforme en pied de falaise et permettent le raccordement de flexibles pour acheminer l'eau pour l'ultime secours vers les utilisateurs.

1.2. ANALYSE FONCTIONNELLE

Les systèmes SEG et SEA doivent contribuer indirectement à l'évacuation de la puissance résiduelle en tant que support de la fonction :

- appoint ultime à la piscine BK du système JPI. Le système SEG doit assurer l'acheminement gravitaire de l'eau d'appoint ultime du bassin SEA Nord jusqu'à des piquages dédiés sur le système JPI en état A à F de fonctionnement du réacteur en situations extrêmes résultant d'agressions dépassant les cas de dimensionnement.
- réalimentation des bâches ASG du système ASG. Le système SEG doit assurer la réalimentation gravitaire en eau SEA des réservoirs ASG lorsque le primaire est fermé ou pressurisable (états A à C) pour prolonger l'autonomie de refroidissement par le secondaire en situations extrêmes résultant d'agressions dépassant les cas de dimensionnement.

1.3. CRITÈRES FONCTIONNELS

Appoint ultime à la piscine BK

Au titre de leur contribution indirecte à l'évacuation de la puissance résiduelle, le système SEG et le bassin Nord SEA doivent satisfaire les critères fonctionnels suivants : fournir un débit et volume d'eau suffisants à la piscine BK en situation de Manque De Tension Généralisé (MDTG) cumulée à une Perte de la Source Froide (PSF) résultant d'agressions dépassant les cas de dimensionnement en états A à F de fonctionnement du réacteur afin de garantir l'évacuation de la puissance résiduelle.

Réalimentation des bâches ASG

Au titre de leur contribution indirecte à l'évacuation de la puissance résiduelle, le système SEG et le bassin Nord SEA doivent satisfaire les critères fonctionnels suivants : fournir un débit et volume d'eau suffisants aux bâches ASG en situations de MDTG (Manque De Tension Généralisé) cumulée à une PSF (Perte de la Source Froide) résultant d'agressions dépassant les cas de dimensionnement en état A à C de fonctionnement du réacteur afin de garantir l'évacuation de la puissance résiduelle.

1.4. FONCTIONNEMENT

1.4.1. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME NORMAL DE LA TRANCHE

Le système d'appoint ultime des trois tranches est en attente en appui gravitaire sur la première vanne d'isolement située dans la chambre de jonction. La canalisation enterrée située en amont de cette vanne est laissée en eau. Le reste des tuyauteries est vide pour assurer la robustesse au froid. Les vannes d'isolement des piquages en pied de falaise sont fermées.

1.4.2. FONCTIONNEMENT EN SITUATIONS NOYAU DUR

Le système SEG permet un fonctionnement totalement gravitaire à partir du bassin Nord SEA pendant une période minimale de 3 jours. A l'issue des 3 jours d'appoint gravitaire, une pompe FARN est mise en place dans le bassin Nord SEA et raccordée au réseau SEG à l'aide d'une manchette et de flexibles afin de rejoindre les 15 jours de durée de mission.

Appoint ultime à la piscine BK

En cas de situations de MDTG (Manque De Tension Généralisé) cumulée à une PSF (Perte de la Source Froide) résultant d'agressions dépassant les cas de dimensionnement en tout état de fonctionnement de la tranche, l'appoint ultime à la piscine BK est réalisé par le système SEG à partir du bassin Nord SEA via des piquages dédiés sur le système JPI appartenant au Noyau Dur.

En préalable à la mise en service de l'appoint ultime, [] effectue un lignage [] en reliant le point de connexion dédié sur le système SEG à la connexion JPI par l'intermédiaire d'un flexible. L'appoint ultime en eau de la piscine BK débute par un remplissage à petit débit et éventage. Puis par un remplissage à grand débit et une ouverture de la vanne [] dédiée à l'appoint à la piscine BK.

Réalimentation des bâches ASG

La réalimentation des bâches ASG à partir du bassin Nord SEA est valorisée dans les situations de MDTG (Manque De Tension Généralisé) cumulée à une PSF (Perte de la Source Froide) résultant d'agressions dépassant les cas de dimensionnement lorsque le circuit primaire est pressurisable (états A à C) afin de prolonger l'autonomie de refroidissement par le secondaire en vue de l'évacuation de la puissance résiduelle.

En préalable à la mise en service de la réalimentation, [] effectue un lignage [] en reliant le point de connexion dédié sur le système SEG à la connexion ASG par l'intermédiaire d'un flexible. La réalimentation en eau des bâches débute par un remplissage à petit débit et éventage, puis par un remplissage à grand débit et une ouverture de la vanne [] dédiée à la réalimentation des bâches ASG.

1.4.3. AUTRES RÉGIMES DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME

Sans objet

2. BASES DE CONCEPTION

2.1. BASES DE CONCEPTION GÉNÉRALES

Les systèmes, structures et composants appartenant aux dispositions matérielles du Noyau Dur sont conçus pour que leurs fonctionnalités soient robustes aux agressions extrêmes considérées dans le sous-chapitre 21.0.

D'une manière générale, pour les agressions externes autres que celles retenues pour le noyau dur, les systèmes, structures et composants appartenant aux dispositions matérielles du Noyau Dur sont conçus avec les valeurs de dimensionnement présentées dans le sous-chapitre 3.3 du rapport de sûreté.

En ce qui concerne la prise en glace, les équipements du système SEG ainsi que le bassin Nord SEA ne nécessitent aucun système support de conditionnement thermique. Ils sont conçus pour rester disponibles suite à une période de [] jours à la température minimale longue durée (TLD) du site de Flamanville ([]°C).

Le système doit être disponible quel que soit l'état de la tranche pour assurer l'évacuation de la puissance résiduelle.

L'utilisation du bassin Nord SEA est exclusivement réservée aux besoins de l'appoint ultime en situations Noyau Dur.

2.2. BASES DE CONCEPTION RELATIVES AUX FONCTIONS DES SYSTÈMES SEG ET SEA

Appoint ultime à la piscine BK

Les hypothèses de dimensionnement de la fonction d'appoint à la piscine BK sont les suivantes :

- débit d'appoint gravitaire requis de [] m³/h à partir du bassin Nord SEA en états A à D (cf. section 19.1.3Fsp),

- débit d'appoint gravitaire requis de \square m³/h à partir du bassin Nord SEA en état E tube de transfert ouvert (cf. section 19.1.3Fsj.2),
- débit d'appoint gravitaire requis de \square m³/h à partir du bassin Nord SEA en état E tube de transfert fermé et en état F (cf. section 19.1.3Fso.1),
- volume d'eau requis de :
 - \square m³ en états A à D pour assurer les \square jours de durée de mission. Le délai de grâce étant supérieur à \square jours, aucun volume en gravitaire n'est requis,
 - \square m³ en état E tube de transfert ouvert pour assurer les \square jours de durée de mission dont \square m³ en gravitaire pendant une période minimale de \square jours,
 - \square m³ en état E tube de transfert fermé et état F pour assurer les \square jours de durée de mission dont \square m³ en gravitaire pendant une période minimale de \square jours.

Réalimentation des bâches ASG

Les hypothèses de dimensionnement de la fonction de réalimentation des bâches ASG sont les suivantes :

- débit d'appoint gravitaire requis de \square m³/h vers les bâches ASG pour prolonger l'autonomie de refroidissement par le secondaire en états A à C. (cf. section 19.1.3Fsk.1) ;
- volume d'eau requis de :
 - \square m³ en états A à C pour assurer les \square jours de durée de mission dont \square m³ en gravitaire pendant une période minimale de \square jours.

2.3. AUTRES BASES DE CONCEPTION

La conception du système SEG repose sur les autres hypothèses générales suivantes :

- Le fluide véhiculé est de l'eau Brute (SEA). Les tuyauteries du système sont en acier noir peint.
- Des moyens flexibles sont prévus pour acheminer l'eau SEA depuis les points de connexions SEG en pieds de falaise vers les piquages dédiés sur les systèmes JPI et ASG.

3. ANALYSE

3.1. CLASSEMENT

Les structures et composants des systèmes SEG et SEA appartenant aux dispositions matérielles du noyau dur sont des éléments importants pour la protection (au sens de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB).

3.2. ROBUSTESSE AUX AGRESSIONS

Les structures et composants des systèmes SEG et SEA appartenant aux dispositions matérielles du Noyau Dur sont conçus pour que leurs fonctionnalités soient robustes aux agressions externes considérées dans le sous-chapitre 21.0. L'analyse associée à la robustesse aux agressions externes extrêmes est portée par la section 21.1.2.

3.3. CONCEPTION ET FABRICATION SOUS ASSURANCE QUALITÉ

Les structures et composants des systèmes SEG et SEA retenus en tant que dispositions matérielles du noyau dur respectent les exigences de conception et de fabrication sous assurance qualité.

3.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

3.4.1. Essais de démarrage

Les parties classées du système SEG et le bassin Nord SEA font l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14 permettant notamment de vérifier le respect des critères suivants :

- volume d'eau requis pour l'appoint à la piscine BK,
- volume d'eau requis pour la réalimentation des bâches ASG,
- manœuvrabilité des vannes d'isolement et d'évent,
- débit minimum d'appoint pour assurer les fonctions d'appoint à la piscine BK et de réalimentation des bâches ASG,
- disponibilité des équipements mobiles SEG.

Il est à noter que la vérification des critères fonctionnels de débit d'appoint n'étant pas possible de façon directe du fait que les conditions d'essais diffèrent des conditions de fonctionnement incidentelles ou accidentelles dans lesquelles ces derniers doivent être satisfaits, leur vérification doit être faite de façon transposée.

3.4.2. Surveillance en exploitation

Le système SEG ainsi que le bassin Nord SEA doivent être accessibles quel que soit l'état de fonctionnement de la tranche afin de réaliser des opérations de surveillance.

3.4.3. Essais périodiques

Les parties classées du système SEG ainsi que le bassin Nord SEA font l'objet d'essais périodiques conformément au chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation permettant notamment de vérifier le respect des critères suivants :

- manœuvrabilité des vannes d'isolement et d'évent,
- disponibilité du volume d'eau requis pour l'appoint à la piscine BK,
- disponibilité du volume d'eau requis pour la réalimentation des bâches ASG,
- disponibilité des équipements mobiles SEG.

Un seul volume dans le bassin Nord SEA (□) fera l'objet d'EP. Ce volume correspond au volume requis pour assurer l'accomplissement de la fonction de réalimentation des bâches ASG en état RP pendant les □ jours d'autonomie.

3.4.4. Maintenance

Le système SEG ainsi que le bassin Nord SEA font l'objet d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

4. SCHÉMA DE PRINCIPE DU SYSTÈME SEG

Le schéma de principe du système SEG intégrant le bassin Nord SEA est présenté dans la figure [FIG-21.1.3.1.1](#).

FIG-21.1.3.1.1 SCHÉMA DE PRINCIPE GÉNÉRAL DU SYSTÈME OSEG INTÉGRANT LE BASSIN NORD SEA

□

SOMMAIRE

.21.1.3.2 CENTRE DE CRISE LOCAL	2
0. EXIGENCES GÉNÉRALES	2
1. DESCRIPTION DU CENTRE DE CRISE LOCAL	2
1.1. RÔLE DU CENTRE DE CRISE LOCAL	2
1.2. ANALYSE FONCTIONNELLE	2
1.3. CRITERES FONCTIONNELS	4
1.3.1. SYSTÈMES 0LLX ET 0LLV	4
1.3.2. SYSTÈME 0KCJ	5
1.3.3. SYSTÈME 0DSJ	6
1.3.4. SYSTÈME 0SEX	6
1.3.5. SYSTÈMES 0DEJ ET 0DVJ	7
2. BASES DE CONCEPTION	9
3. ANALYSE	9
3.1. CLASSEMENT	9
3.2. ROBUSTESSE AUX AGRESSIONS	9
3.3. CONCEPTION ET FABRICATION SOUS ASSURANCE QUALITÉ	9
3.4. APTITUDE AUX ESSAIS PÉRIODIQUES	10
3.5. SUIVI PENDANT TOUTE LA DURÉE DE VIE DE L'INSTALLATION	10
3.6. QUALIFICATION	10
LISTE DES RÉFÉRENCES	11

.21.1.3.2 CENTRE DE CRISE LOCAL

0. EXIGENCES GÉNÉRALES

Le Centre de Crise Local (CCL) fait partie des dispositions matérielles (systèmes, structures et composants) et organisationnelles du noyau dur.

D'une manière générale, les exigences associées aux dispositions matérielles du noyau dur sont présentées dans le sous-chapitre 21.0.

1. DESCRIPTION DU CENTRE DE CRISE LOCAL

1.1. RÔLE DU CENTRE DE CRISE LOCAL

Le rôle du Centre de Crise Local est de permettre de gérer une crise dans la durée, en assurant une accessibilité et une habitabilité suffisantes et dans des conditions d'ambiance potentiellement dégradées.

Le Centre de Crise Local est un bâtiment (ayant pour dimensions environ \square m x \square m et environ \square m de haut) situé sur le site de Flamanville, \square . Il est divisé en \square :

\square

Les locaux techniques abritent principalement des matériels contribuant aux fonctions du Centre de Crise Local (groupe électrogène de secours, batteries, télécommunication, ventilation, réserves d'eau par exemple).

La zone de contrôle radiologique et de décontamination permet d'une part de détecter un intervenant ou matériel pouvant être contaminé, et d'autre part d'assurer le cas échéant leur décontamination.

Les espaces de gestion de crise regroupent notamment des postes de commandement permettant de gérer une crise.

1.2. ANALYSE FONCTIONNELLE

Les fonctions auxquelles contribue le Centre de Crise Local sont les suivantes :

- Gérer la crise depuis le Centre de Crise Local :
 - Missions de gestion de crise (décider, prévoir, préparer).
 - Transmission d'informations entre les tranches et le Centre de Crise Local.
 - Supervision des informations reçues au Centre de Crise Local.
 - Stockage des Moyens Locaux de Crise nécessaires à gérer la crise.
- Habiter le Centre de Crise Local :
 - Accessibilité du Centre de Crise Local.
 - Confinement des locaux à protéger du Centre de Crise Local.
 - Protection des intervenants et les matériels contre les effets de la contamination.
 - Conditionnement du Centre de Crise Local (ventilation, chauffage, climatisation).
 - Eclairage de secours du Centre de Crise Local.
 - Autonomie du Centre de Crise Local pour assurer ses fonctions.

Les systèmes élémentaires du Centre de Crise Local contribuant à ces fonctions sont listés ci-dessous :

Fonction du Centre de Crise Local	Système élémentaire assurant la fonction
Missions de gestion de crise (décider, prévoir, préparer)	Couvert par des dispositions d'organisation (*).
Transmission d'informations entre les tranches et le Centre de Crise Local et Supervision des informations reçues au Centre de Crise Local	Couvert par des dispositions d'organisation (*).
Stockage des Moyens Locaux de Crise nécessaires à gérer la crise	Aucun système élémentaire identifié.
Accessibilité du Centre de Crise Local	Aucun système élémentaire identifié.
Confinement des locaux à protéger du Centre de Crise Local :	
- Assurer le confinement des locaux à protéger du Centre de Crise Local	0DVJ
- Filtration sur file iode	0DVJ
Protéger les intervenants et les matériels contre les effets de la contamination :	
- Alimentation en eau de la décontamination	0SEX
- Stockage des effluents potentiellement contaminés	0SEX
- Contrôle radiologique	Couvert par des dispositions d'organisation (*).
Autonomie du Centre de Crise Local pour assurer ses fonctions :	
- Distribution électrique du Centre de Crise Local	0LLV
- Groupe électrogène de secours du Centre de Crise Local	0LLX
Eclairage de secours du Centre de Crise Local	0DSJ

Fonction du Centre de Crise Local	Système élémentaire assurant la fonction
Conditionnement du Centre de Crise Local (ventilation, chauffage, climatisation) :	
- Production d'eau glacée	0DEJ

Fonction du Centre de Crise Local	Système élémentaire assurant la fonction
- Conditionnement des locaux nécessaires à la gestion de crise	0DVJ
- Distribution d'eau glacée	0DVJ
Contrôle commande des matériels noyau dur du Centre de Crise Local	0KCJ

(*) Les dispositions d'organisation sont décrites dans la note en [Réf \[2\]](#) et dans le sous-chapitre 13.5 du Rapport de Sûreté.

1.3. CRITERES FONCTIONNELS

Le terme « Fonction d'Habitabilité du Centre de Crise Local » fait référence à l'équipement, aux fournitures et aux procédures prévus pour garantir que le personnel puisse être présent dans le Centre de Crise Local et prendre les mesures qui s'imposent dans les situations déclenchant la mise en oeuvre du Plan d'Urgence Interne.

L'autonomie des dispositions matérielles appartenant au noyau dur du Centre de Crise Local est de h, et leur durée de mission de jours.

1.3.1. Systèmes 0LLX et 0LLV

Les systèmes associés à la production et l'alimentation électrique (0LLX et 0LLV) alimentent électriquement les dispositions matérielles du noyau dur. L'autonomie électrique du CCL est assurée par le groupe électrogène de secours et les batteries du CCL. En cas de perte du réseau extérieur, le groupe électrogène de secours est démarré puis couplé automatiquement aux tableaux secours.

Essais de démarrage

Les systèmes 0LLX et 0LLV font l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14 permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants.

Pour 0LLX :

- Volume de la bache à carburant.
- Bon fonctionnement des chaînes d'élaboration et de traitement des signaux et des informations par le contrôle commande 0KCJ.
- Bon fonctionnement du groupe électrogène de secours et du circuit de carburant.
- Manœuvrabilité à l'enclenchement et au déclenchement des organes de coupure (séquence de délestage/reprise de charge).

Pour OLLV

- Bonne tension et fréquences des tableaux et coffrets électriques lors de l'alimentation par le groupe électrogène et les batteries.
- Bon fonctionnement des batteries.

Critères fonctionnels devant faire l'objet d'EP

Les parties classées des systèmes OLLX et OLLV font l'objet d'essais périodiques, conformément aux exigences de la section Généralités du chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation, permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants.

Pour OLLX

- Essais de fonctionnement à plus de \square % Pn du groupe électrogène.
 - Bon fonctionnement du groupe électrogène de secours après stabilisation en température.
 - Manoeuvrabilité à l'enclenchement et au déclenchement des organes de coupure (délestage / reprise de charge).
- Essais de fonctionnement à \square % Pn du groupe électrogène
 - Baisse de tension lors de la prise du premier cran charge.
 - Bon fonctionnement du groupe électrogène de secours après stabilisation en température.
 - Capacité du groupe électrogène à fournir la puissance requise.
- Consommation du groupe électrogène de secours conforme au dimensionnement de \square pour assurer une autonomie de \square h.

Pour OLLV

- Bonne tension et fréquences des tableaux et coffrets électriques lors de l'alimentation par le groupe électrogène et les batteries.
- Autonomie des batteries.

Surveillance en exploitation

Les systèmes OLLX et OLLV ne sont pas concernés par une surveillance en exploitation autre que l'alarme regroupée décrite dans le paragraphe relatif au système OKCJ.

Maintenance

Les systèmes OLLX et OLLV font l'objet d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

1.3.2. Système OKCJ

Le contrôle commande du CCL est assuré par le système OKCJ. Le contrôle commande des matériels noyau dur permet la configuration des dispositions matérielles du Centre de Crise Local adaptée aux situations déclenchant la mise en œuvre du Plan d'Urgence Interne.

Essais de démarrage

Le système OKCJ fait l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14 permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants (en compléments des critères fonctionnels vérifiés dans le cadre des essais de démarrage des autres systèmes du CCL) :

- Bon fonctionnement des différents voyants des pupitres.

Critères fonctionnels devant faire l'objet d'EP

Les parties classées du système 0KCJ font l'objet d'essais périodiques, conformément aux exigences de la section Généralités du chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation, permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants (en compléments des critères fonctionnels vérifiés dans le cadre des EP des autres systèmes du CCL) :

- Bon fonctionnement des voyants des pupitres.

Surveillance en exploitation

Une alarme regroupée permettant d'alerter d'un éventuel défaut est mise à disposition de l'exploitant. Cette alarme couvre les différents systèmes du CCL.

Maintenance

Le système 0KCJ fait l'objet d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

1.3.3. Système 0DSJ

Le système 0DSJ permet, en cas de perte du réseau extérieur, d'assurer l'éclairage de secours du CCL dans les locaux où il est nécessaire. Le système 0DSJ doit pouvoir assurer un tiers de l'éclairage de chaque local du bâtiment en cas de MDTE.

Essais de démarrage

Le système 0DSJ fait l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14 permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants :

- Le bon fonctionnement de l'éclairage de secours du bâtiment CCL.

Critères fonctionnels devant faire l'objet d'EP

Les parties classées du système 0DSJ font l'objet d'essais périodiques, conformément aux exigences de la section Généralités du chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation, permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants :

- Bon fonctionnement de l'éclairage de secours du bâtiment.

Surveillance en exploitation

Le système 0DSJ n'est pas concerné par une surveillance en exploitation autre que l'alarme regroupée décrite dans le paragraphe relatif au système 0KCJ.

Maintenance

Le système 0DSJ fait l'objet d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

1.3.4. Système 0SEX

La protection des intervenants et des matériels contre les effets de la contamination est garantie par l'absence d'apport de contamination par le personnel (détection d'une éventuelle contamination et décontamination le cas échéant) et le stockage des effluents issus du processus de décontamination. Le système 0SEX permet d'assurer le stockage et la distribution de l'eau jusqu'aux intervenants qui

nécessitent une décontamination ainsi que le stockage des effluents issus du processus de décontamination depuis le matériel de décontamination (douches, pédiluves...) situé dans [] .

Les critères fonctionnels associés à ce système contribuant aux situations noyau dur sont les suivants:

- Assurer le stockage et la distribution d'eau jusqu'aux intervenants qui nécessitent une décontamination,
- Assurer la collecte et le stockage des effluents potentiellement contaminés issus de la zone de décontamination.

Essais de démarrage

Le système OSEX fait l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14 permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants :

- Volume d'eau suffisant dans la bache de stockage d'eau propre.
- Manoeuvrabilité des vannes d'isolement des baches et du réseau.
- Obtention du débit d'alimentation en eau de décontamination minimum requis de [] m³/h.

Critères fonctionnels devant faire l'objet d'EP

Les parties classées du système OSEX font l'objet d'essais périodiques, conformément aux exigences de la section Généralités du chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation, permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants :

- Manoeuvrabilité des vannes d'isolement des baches et du réseau.
- Obtention du débit d'eau minimum à fournir à la zone de décontamination (débit > [] m³/h).
- Vérification du volume de collecte disponible dans la bache de collecte des effluents (supérieur ou égal à [] m³).

Surveillance en exploitation

La fonction suivante du système OSEX est surveillée en exploitation normale par des dispositifs de surveillance en continu :

- Niveau d'eau dans la bache de stockage d'eau propre.

La surveillance de la disponibilité de cette fonction est donc réalisée au titre de cette surveillance continue.

Maintenance

Le système OSEX fait l'objet d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

1.3.5. Systèmes ODEJ et ODVJ

Le système ODVJ permet d'assurer le confinement du CCL en cas de rejet radioactif (y compris en cas d'accident grave).

Les systèmes ODVJ et ODEJ permettent également d'assurer la ventilation, le chauffage et le refroidissement requis pour le conditionnement de l'air des locaux nécessaires à la gestion de crise.

Les critères fonctionnels associés à ces systèmes contribuant aux situations noyau dur sont les suivants :

- Assurer le confinement des locaux à protéger : garantir une différence de pression minimale suffisante entre les locaux de la zone pressurisée (contenant des matériels noyau dur et le personnel de crise) d'une part et les locaux de la zone non pressurisée ainsi que l'extérieur d'autre part afin de prévenir l'entrée de contamination extérieure. Les différences de pressions sont obtenues à l'aide d'un système de cascade de pression. La surpression est garantie par la conception du système ODVJ et vérifiée par les essais périodiques réalisés sur ce système.
- Filtration sur file iode : garantir une efficacité suffisante de la chaîne de filtration iode (coefficient de purification > []), afin d'assurer la protection contre les effets de la contamination du personnel et des matériels noyau dur de la zone pressurisée. Des filtres THE sont présents en amont et en aval avec un coefficient de purification > [].
- Conditionnement du CCL : garantir une température ambiante minimale et maximale admissible par les matériels classés (valeurs spécifiques à chaque matériel) dans les locaux nécessaires à la gestion de crise, notamment pour que les matériels du noyau dur du Centre de Crise Local restent dans leur plage de dimensionnement.

Essais de démarrage pour le système ODVJ

Le système ODVJ fait l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14 permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants :

- Enclenchement et déclenchement des ventilateurs ;
- Débits des pompes et ventilateurs ;
- Manœuvrabilité de registres, vannes, clapets ;
- Mise en service et arrêt des réchauffeurs, convecteurs, aérothermes, climatiseurs ;
- Performance des réchauffeurs associés aux filtres à iode (puissance du réchauffeur pour garantir l'efficacité correcte des filtres à iode) ;
- Coefficient de purification des filtres THE (coefficient de purification > []).

Essais de démarrage pour le système ODEJ

Le système ODEJ fait l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14 permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants :

- Bon fonctionnement du groupe de production d'eau glacée.

Critères fonctionnels devant faire l'objet d'EP pour le système ODVJ

Les parties classées du système ODVJ font l'objet d'essais périodiques, conformément aux exigences de la section Généralités du chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation, permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants :

- Enclenchement et déclenchement des ventilateurs ;
- Débits des pompes et ventilateurs ;
- Manœuvrabilité de registres, vannes, clapets ;
- Mise en service et arrêt des réchauffeurs, convecteurs, aérothermes, climatiseurs ;
- Performance des réchauffeurs associés aux filtres à iode (puissance du réchauffeur pour garantir l'efficacité correcte des filtres à iode) ;
- Coefficient de purification des filtres THE (coefficient de purification > []).

Critères fonctionnels devant faire l'objet d'EP pour le système ODEJ

Les parties classées du système 0DEJ font l'objet d'essais périodiques, conformément aux exigences de la section Généralités du chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation, permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants :

- Enclenchement et déclenchement du groupe de production d'eau glacée.

Surveillance en exploitation

Les systèmes 0DEJ et 0DVJ ne sont pas concernés par une surveillance en exploitation autre que l'alarme regroupée décrite dans le paragraphe relatif au système 0KCJ.

Maintenance

Les systèmes 0DVJ et 0DEJ font l'objet d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

2. BASES DE CONCEPTION

Le Centre de Crise Local et les dispositions matérielles appartenant au noyau dur qu'il supporte sont conçus pour être robustes aux agressions extrêmes considérées dans le sous-chapitre 21.0 (séisme, inondation et phénomènes associés, tornade) ainsi qu'à leurs effets induits.

D'une manière générale, pour les agressions externes autres que celles retenues pour le noyau dur, le Centre de Crise Local et les dispositions matérielles appartenant au noyau dur qu'il supporte sont conçus avec les valeurs de dimensionnement présentées dans le sous-chapitre 3.3 du rapport de sûreté.

Le dimensionnement thermique du bâtiment est basé sur les températures extérieures permanentes allant de $\square^{\circ}\text{C}$ à $\square^{\circ}\text{C}$.

Les équipements installés à l'extérieur du bâtiment ou directement soumis à l'air extérieur sont conçus pour fonctionner pour la plage de températures extérieures allant de $\square^{\circ}\text{C}$ à $\square^{\circ}\text{C}$.

Les bâtiments et structures sont conçus en application de l'ETC-C avec, en particulier, l'objectif de garantir l'habitabilité du Centre de Crise Local pour tous les cas de charge définis au titre de la démarche noyau dur. Le génie civil est notamment conçu de sorte que la fissuration éventuelle après un séisme reste suffisamment limitée pour ne pas compromettre la fonction de confinement du Centre de Crise Local.

3. ANALYSE

3.1. CLASSEMENT

Le Centre de Crise Local et les dispositions matérielles appartenant au noyau dur qu'il supporte sont des éléments importants pour la protection (au sens de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB).

3.2. ROBUSTESSE AUX AGRESSIONS

Le Centre de Crise Local et les dispositions matérielles appartenant au noyau dur qu'il supporte sont robustes aux agressions externes considérées dans le sous-chapitre 21.0 (séisme, inondation et phénomènes associés, tornade). L'analyse associée à la robustesse aux agressions externes extrêmes est présentée dans la section 21.1.2.

3.3. CONCEPTION ET FABRICATION SOUS ASSURANCE QUALITÉ

Le Centre de Crise Local et les dispositions matérielles appartenant au noyau dur qu'il supporte respectent les exigences de conception et de fabrication sous assurance qualité.

3.4. APTITUDE AUX ESSAIS PÉRIODIQUES

Les matériels du noyau dur font l'objet d'une analyse d'essais périodiques. Le cas échéant, ces essais périodiques sont intégrés au chapitre IX des RGE.

3.5. SUIVI PENDANT TOUTE LA DURÉE DE VIE DE L'INSTALLATION

Le Centre de Crise Local et les dispositions matérielles appartenant au noyau dur qu'il supporte font l'objet d'un suivi pendant toute la durée de vie de l'installation.

3.6. QUALIFICATION

Qualification aux conditions d'ambiance

La prise en compte d'un accident grave sur une tranche voisine conduit à vérifier la robustesse des matériels sensibles à l'irradiation.

Les matériels installés dans la zone pressurisée du CCL ne sont pas soumis aux conditions d'ambiance du fait de la présence de filtres.

Pour les matériels installés dans la zone non-pressurisée du CCL, le bilan de qualification (voir [Réf \[1\]](#)) garantit pour l'ensemble des matériels du noyau dur, leur capacité à assurer les fonctions qui leur sont assignées vis-à-vis des conditions d'ambiance accidentelles associées aux situations dans lesquelles ils sont nécessaires.

Qualification aux agressions

Séisme Noyau Dur

L'opérabilité des matériels Noyau Dur du CCL est démontrée dans le bilan de qualification (voir [Réf \[1\]](#)) pour les niveaux de chargements retenus pour le Noyau Dur.

Pour les autres matériels (dont le Génie Civil), la qualification au séisme Noyau Dur est traitée dans le paragraphe 21.1.2.

Inondation Noyau Dur et phénomènes associés

La qualification vis-à-vis de l'inondation Noyau Dur et des phénomènes associés est présentée dans la section 21.1.2.

Tornade Noyau Dur

La qualification vis-à-vis de la tornade Noyau Dur est présentée dans la section 21.1.2.

LISTE DES RÉFÉRENCES

[1] D305217009245 Bilan de qualification du CCL

[2] D455034122809 ind. 0 - « projet Post Fukushima – définition des dispositions organisationnelles du noyau dur »