



DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Montrouge, le 04 mars 2021

Réf. : CODEP-DCN-2021-007988**Monsieur le Directeur
Division Production Nucléaire
EDF
Site Cap Ampère - 1 place Pleyel
93 282 SAINT-DENIS CEDEX****Objet : Réacteurs nucléaires de 900 MWe d'EDF
Position de l'ASN sur la phase générique du quatrième réexamen périodique
Demandes complémentaires à la décision n° 2021-DC-0706 de l'Autorité de sûreté
nucléaire du 23 février 2021****Réf. :** Cf annexe 2

Monsieur le directeur,

Vous avez engagé il y a plusieurs années le quatrième réexamen périodique de vos réacteurs nucléaires de 900 MWe. Conformément à l'article L. 593-18 du code de l'environnement, ce réexamen doit permettre de vérifier la conformité de ces réacteurs à leur référentiel de sûreté et d'actualiser l'appréciation des risques et inconvénients qu'ils présentent pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 de ce même code, à savoir la sécurité, la santé et la salubrité publiques, ainsi que la protection de la nature et de l'environnement, en tenant compte notamment de l'état des installations, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires.

Vous avez transmis à l'ASN en septembre 2018 une note de réponse aux objectifs [6] qui présente les conclusions de vos études communes à tous les réacteurs ainsi que les actions que vous avez engagées et les dispositions que vous prévoyez de mettre en œuvre dans le cadre du réexamen périodique de chacun des réacteurs de 900 MWe.

L'ASN a instruit la phase générique du réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe avec l'appui de l'IRSN et des groupes permanents d'experts, qu'elle a réunis à douze reprises entre 2018 et 2020. Elle a pris en compte, lors de cette instruction, les observations et questions du public recueillies lors de la concertation tenue entre septembre 2018 et mars 2019 sous l'égide du Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire.

Par le courrier [2], l'ASN vous a transmis la décision [1] qui prescrit la réalisation des améliorations majeures de la sûreté que vous avez prévues, ainsi que certaines dispositions supplémentaires que l'ASN considère comme nécessaires à l'atteinte des objectifs du réexamen.

L'instruction a également mis en évidence des points sur lesquels des éléments sont attendus de votre part. Une partie des demandes correspondantes vous a déjà été formulée par les courriers [10] portant sur la maîtrise de la conformité, [11] portant sur la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence, et [12] à [16] portant sur les équipements sous pression nucléaires. Vous trouverez en annexe 1 au présent courrier les demandes portant sur les autres thématiques. Cette annexe intègre des demandes qui s'appliquent au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, ainsi que d'autres qui seront à prendre en compte pour les phases génériques des prochains réexamens périodiques de l'ensemble de vos réacteurs.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Signé par
Le directeur général

Olivier GUPTA

A. Conformité des installations

A.1. *Programme des essais particuliers complémentaires*

L'ASN vous a demandé, par lettre en référence [5], de définir des essais particuliers visant à vérifier le comportement fonctionnel d'ensemble des éléments importants pour la sûreté. Vous avez défini un programme d'essais que vous vous êtes engagé à réaliser. Par ailleurs, l'ASN vous a prescrit [1] de compléter votre programme d'essais en incluant des essais complémentaires.

La révision de votre programme d'essais doit comprendre les objectifs, les fonctions testées, les paramètres à suivre (par exemple la température, la pression, le taux de fuite, les vibrations, le temps de fermeture, le débit de production d'hydrogène...), les critères (par exemple, la manœuvrabilité, le débit à respecter, l'absence de fuite ou de surpression, la durée de l'essai...) et les conditions de représentativité (par exemple la plage de pression, les températures extérieures, les températures de local...).

Demande A.1.a : Je vous demande de préciser, au plus tard le 31 décembre 2021, les éléments susmentionnés pour l'ensemble des essais que vous vous êtes engagé à réaliser ainsi que pour ceux prescrits par la décision [1].

De plus, EDF doit définir, pour l'essai relatif à la perte de la voie A du système de ventilation des locaux des équipements électriques (DVL) sur un réacteur de type CPY, la configuration d'essai la plus pénalisante en termes de cinétique de montée en température dans les locaux, compte tenu des différences de configuration du circuit DVL entre les réacteurs dits « pairs » et « impairs » (comme par exemple pour le refroidissement des équipements du système DEL).

Demande A.1.b : Je vous demande, pour l'essai relatif à la vérification de l'efficacité des dispositions mises en œuvre après une perte de la voie A du système de ventilation des locaux des équipements électriques (DVL) sur un réacteur de type CPY, prescrit par la décision [1], de :

- **justifier le choix du réacteur retenu au regard des cinétiques de montée en température dans les locaux ;**
- **réaliser l'essai sur le réacteur qui présente la configuration la plus pénalisante au regard des cinétiques de montée en température.**

Enfin, EDF s'est engagée à transmettre à l'ASN pour le 30 avril 2021, un dossier dans lequel :

- elle présentera ses conclusions sur le comportement des moteurs électriques en cas d'ouverture d'une phase électrique sur le réseau de transport électrique externe. Cette étude tiendra compte :
 - o du niveau et de la durée du déséquilibre du système d'alimentation triphasé résultant d'une telle ouverture de phase,
 - o de la modification prévue de ses installations visant à protéger le système de distribution électrique et les moteurs électriques des effets de cette situation, notamment par la mise en place d'alarmes retransmises en salle de commande,
 - o des actions à engager à la suite de l'apparition de ces alarmes ;
- en fonction de ses conclusions, elle prendra position sur la nécessité de réaliser des essais permettant de vérifier le fonctionnement des moteurs électriques dans cette situation et transmettra, le cas échéant, un calendrier de réalisation associé ;
- elle présentera le calendrier optimisé du déploiement de la modification permettant de protéger le système de distribution électrique et les moteurs électriques des effets d'une ouverture de phase.

Dans l'attente de ces éléments et de leur instruction, EDF doit s'assurer que les configurations des réacteurs de Fessenheim n'obèrent pas la réalisation, le cas échéant, d'un essai sur un de ces réacteurs.

Demande A.1.c : En prévision du cas où la réalisation d'un essai sur le fonctionnement des moteurs électriques après l'ouverture d'une phase électrique s'avérerait nécessaire à l'issue de l'instruction, je vous demande de conserver les moyens permettant de réaliser, au plus tard le 30 juin 2024, un tel essai sur un des deux réacteurs de la centrale nucléaire de Fessenheim.

A.2. *Revues de conception*

L'ASN vous a demandé en 2016 par courrier [3] de vérifier, compte tenu des reprises d'études de conception déjà effectuées ou prévues, si des études de conception d'éléments importants pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement (EIP) devaient être réexaminées au titre de la conformité des installations.

Vous avez identifié les systèmes importants pour la sûreté dont les études de conception n'avaient pas été réexaminées depuis la mise en service des installations, dont le retour d'expérience d'exploitation était défavorable ou dont la défaillance augmenterait notablement le risque de fusion du cœur en situation accidentelle. Il s'agit des systèmes de réfrigération intermédiaire (RRI), de réfrigération à l'arrêt (RRA), d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG), de traitement et de refroidissement de l'eau des piscines (PTR), d'aspersion et de recirculation de l'eau d'aspersion de l'enceinte (EAS), d'injection de sécurité (RIS), des sources électriques et de la ventilation support, ainsi que de la source froide pour la centrale nucléaire du Bugey. Vous avez également expliqué la méthodologie de leur revue de conception. Enfin, vous avez précisé le cadre de traitement des incohérences qui seraient identifiées au terme des vérifications réalisées, le cas échéant, à l'aide de contrôles ciblés sur site.

Vous avez ainsi réalisé une revue pour chaque système retenu, en vérifiant la cohérence entre les exigences définies de conception issues du rapport de sûreté et celles déclinées en application du classement des matériels, ainsi que la déclinaison correcte des requis fonctionnels dans les programmes d'essais périodiques.

L'ASN souligne le travail conséquent de vérification réalisé, qui vous a permis de traiter des écarts entre les référentiels de sûreté, le classement de certains matériels et les règles générales d'exploitation, en complément à vos autres actions de vérification de l'état des matériels. À cet égard, l'ASN note que ces revues vous ont également permis de détecter deux écarts de conformité sur la centrale nucléaire du Bugey qui sont traités dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de cette centrale.

Toutefois, l'ASN constate que votre démarche a conduit essentiellement à des revues formelles de conformité à des exigences qui ne répond pas complètement à ses attentes. En particulier, elle n'intègre pas la revue :

- des études de dimensionnement ;
- des exigences relatives à la fabrication ;
- des exigences liées à la maintenance et à l'exploitation ;
- des enseignements issus du retour d'expérience, en particulier sur la fiabilité des systèmes.

Par ailleurs, l'ASN considère que de telles revues de conception doivent être étendues à d'autres systèmes qui interviennent en support au fonctionnement des systèmes importants pour la sûreté, par exemple le système de distribution d'air comprimé de régulation (SAR), et dont l'aptitude à assurer leurs rôles aurait pu être altérée par des modifications successives.

Demande A.2.a : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2022, de compléter la revue déjà réalisée sur le système ASG en y intégrant les éléments susmentionnés, ainsi que d'effectuer la revue de conception du système SAR en incluant ces éléments.

Enfin, même en tenant compte des autres actions de vérification de la conformité que vous avez mises en œuvre dans le cadre du quatrième réexamen périodique, les revues de conception contiennent trop peu de vérifications sur le terrain, en particulier au regard de la prise en compte d'éventuelles spécificités locales, que ce soit en termes de « tel que construit », que de modifications mises en œuvre depuis la construction. Vos revues de conception sont en effet fondées sur une note représentative d'un réacteur générique de type CPY à l'état « VD4 900 Phase A » à la date d'octobre 2017 défini par vos services d'ingénierie nationale. Les EIP des sites peuvent toutefois ne pas correspondre tout à fait à la configuration de ce réacteur générique. Par exemple, les sites peuvent exceptionnellement relaxer le classement « IPS » de certains piquages, si leur défaillance ne peut avoir pour conséquence la perte d'une fonction de sûreté.

Demande A.2.b : Je vous demande de préciser, au plus tard le 31 décembre 2021, la façon dont vous prenez en compte les spécificités locales dans les revues de conception et de prendre position sur la nécessité de compléter vos vérifications déjà prévues sur le terrain.

A.3. Bilan de l'état du confinement

A.3.1. Amélioration de l'étanchéité de l'enceinte de confinement et de ses traversées

Pour ce qui concerne la principale traversée de l'enceinte correspondant au tampon d'accès matériel (TAM), l'ASN considère qu'EDF n'a pas apporté, pour les réacteurs de 900 MWe, les justifications nécessaires pour garantir son étanchéité durant certaines phases d'arrêt des réacteurs lors desquels des ouvertures et fermetures sont pratiquées, lorsque cette étanchéité est requise par les règles générales d'exploitation.

Demande A.3.1.a : Je vous demande de réaliser pour chaque réacteur, sur au moins deux campagnes d'arrêt, un essai de requalification de l'étanchéité du tampon d'accès matériel à chaque fermeture intermédiaire de celui-ci, lorsque son étanchéité est requise au titre des spécifications techniques d'exploitation, en complément de l'essai réalisé en fin d'arrêt. Je vous demande d'en tirer les enseignements, au plus tard le 31 décembre 2024, pour une éventuelle pérennisation de ces essais.

EDF réalise un essai d'étanchéité après toute opération de maintenance susceptible d'avoir un impact sur l'étanchéité d'une traversée mécanique. L'ASN constate qu'un essai d'étanchéité est réalisé avant les interventions de maintenance curatives mais pas avant les opérations de maintenance préventive. L'ASN considère qu'EDF doit effectuer une campagne de contrôle supplémentaire en réalisant, en préalable à toute opération de maintenance préventive susceptible d'avoir un impact sur l'étanchéité d'une traversée mécanique, un essai d'étanchéité afin d'identifier toute évolution depuis le dernier essai et d'en tirer les enseignements

Demande A.3.1.b : Afin de s'assurer de l'absence d'évolution de l'étanchéité des traversées mécaniques entre deux opérations de maintenance préventive des réacteurs de 900 MWe, je vous demande au plus tard à partir du 1^{er} janvier 2022 de réaliser sur au moins deux campagnes d'arrêt, en complément de l'essai d'étanchéité postérieur à toute opération de maintenance susceptible d'avoir un impact sur son étanchéité, un essai d'étanchéité avant cette opération. Je vous demande d'en tirer les enseignements pour une éventuelle pérennisation de ces essais, voire une adaptation de la règle d'essais périodiques concernant ces traversées mécaniques.

A.3.2. Confinement des bâtiments périphériques

L'ASN considère qu'EDF doit compléter ses programmes de maintenance en intégrant des contrôles des portes et trémies ayant un requis de confinement et des contrôles adaptés permettant de détecter une inétanchéité au niveau des parois des bâtiments périphériques. En particulier, EDF doit s'assurer, lors des contrôles des parois, que les défauts identifiés n'affectent pas les exigences associées au confinement. Ces dispositions doivent être mises en œuvre au plus tôt sur l'ensemble des réacteurs de 900 MWe.

Demande A.3.2 : Je vous demande de compléter, au regard des exigences de confinement, les dispositions de contrôle, de caractérisation et, le cas échéant de traitement des défauts, pour tous les équipements, y compris les parois, participant au confinement statique des bâtiments périphériques des réacteurs de 900 MWe. Vous réaliserez, sur chaque réacteur, les premiers contrôles complémentaires correspondants au plus tard le 31 décembre 2023.

A.4. Revue de la conformité de la fonction de recirculation de l'eau présente en fond du bâtiment du réacteur lors d'un accident de perte de réfrigérant primaire (APRP)

Quantité de débris de calorifuge générée par la brèche

Au cours de l'instruction, les différents essais réalisés par EDF et par l'IRSN ont montré que la perte de charge au niveau des filtres installés dans les puisards est dépendante de la nature du calorifuge et de son conditionnement. La nature du conditionnement influe sur la zone de destruction (ZOD) en cas d'APRP et donc sur la quantité de fibres libérées.

Par ailleurs, pour démontrer le caractère acceptable de la ZOD pour les calorifuges conditionnés dans des boîtiers, EDF s'appuie principalement sur une comparaison par analogie entre la technologie de calorifuge implantée sur les réacteurs de 900 MWe et le calorifuge fibreux et grillagé « Temp-Mat » encapsulé dans une enveloppe en inox d'une épaisseur de 0,08 mm.

À l'issue de l'instruction, EDF a précisé qu'il démontrerait le caractère transposable des résultats des essais réalisés aux États-Unis sur le calorifuge « Temp-Mat » pour les calorifuges installés sur les réacteurs français.

L'ASN souligne que des essais de détermination de la ZOD sur les calorifuges installés sur les réacteurs d'EDF permettraient de définir un terme source adapté aux situations réellement rencontrées.

Risque de perte des pompes des systèmes d'injection de sécurité (RIS) et d'aspersion d'eau dans l'enceinte de confinement (EAS) par cavitation et passage d'air

Hauteur d'eau dans les puisards

Concernant le calcul de la hauteur d'eau sur les planchers du bâtiment du réacteur, EDF utilise une formule d'écoulement par un orifice dite « en déversoir à seuil épais ». EDF convient que la validité de son utilisation n'a été démontrée que pour les cas où la hauteur d'eau au niveau du plancher est supérieure à 5 cm au-dessus du seuil du déversoir. Au cours de l'instruction, il a été mis en évidence que, si la formule est bien conservatrice pour la détermination de la hauteur d'eau à proximité de l'exutoire pour les planchers sans seuil, EDF n'a pas démontré ce conservatisme sur toute la surface du plancher et donc sur l'évaluation du volume d'eau en transit sur ce plancher ou piégé sur ce plancher. Ainsi l'ASN considère qu'EDF n'a pas démontré le caractère enveloppe des hauteurs d'eau calculées avec la formule retenue pour tous les types de planchers présents dans le bâtiment du réacteur.

Demande A.4.a : Je vous demande de démontrer le caractère enveloppe de votre évaluation des hauteurs d'eau sur les planchers du bâtiment du réacteur, réalisée à partir de la formule de

l'écoulement par un orifice en déversoir à seuil épais, pour tous les types de plancher du bâtiment du réacteur, afin d'intégrer ces résultats à votre réponse au V de la prescription [CONF-C] de la décision [1].

Pertes de charge dans les filtres RIS et EAS

Afin de caractériser la perte de charge dans les filtres situés au fond des puisards du bâtiment du réacteur, EDF a réalisé des calculs en utilisant la loi de corrélation du référentiel NUREG/CR-6224 [4]. Cependant, la loi de corrélation est utilisée en dehors de son domaine de validité :

- la loi est valide pour des températures comprises entre 15 °C et 50 °C, or la température de l'eau dans les puisards est supérieure à 50 °C lors du passage en recirculation dans les premiers instants qui suivent le passage en recirculation ;
- la loi est valable pour une vitesse d'approche de 5 cm/s à 45 cm/s, or pour les réacteurs de 900 MWe, cette vitesse varie entre 0,65 mm/s à 1,4 mm/s ;
- la loi est établie pour un lit de débris uniforme, or il n'est pas possible de prévoir l'homogénéité du lit de débris dans le cas d'un APRP ;
- la loi ne prend pas en compte les caractéristiques des débris fibreux, or les différents essais réalisés au cours de l'instruction ont montré que la taille et la forme des débris avaient une influence importante sur la perte de charge dans les filtres ;
- la loi ne prend pas en compte les phénomènes de colmatage chimique.

Ainsi, la perte de charge aux bornes des filtres ne pourra être appréciée qu'à l'issue des essais de qualification des filtres.

Pour les réacteurs de type CPY, l'ASN considère que, si les pertes de charges évaluées à l'issue des essais de qualification des filtres conduisent à un fonctionnement en régime de cavitation des pompes RIS et EAS, EDF devra mettre en place des modifications pour éviter un tel fonctionnement.

Demande A.4.b : Je vous demande, à l'issue des essais de qualification des filtres des puisards, de vérifier pour les réacteurs de type CPY l'absence de fonctionnement en régime de cavitation des pompes RIS et EAS afin d'intégrer ces résultats à votre réponse au V de la prescription [CONF-C] de la décision [1], et, le cas échéant, d'identifier des modifications permettant d'éviter ce mode de fonctionnement et de définir le calendrier de mise en œuvre associé.

Pertes de charge dans les lignes d'aspiration et les collecteurs de liaison

Au cours de l'instruction, il a été noté que les lois de corrélation utilisées par EDF pour évaluer les pertes de charge des lignes d'aspiration et des collecteurs de liaison sont fondées sur des représentations simplifiées.

Afin de prendre en compte l'impact de ces simplifications, EDF a dans un premier temps effectué une évaluation en tenant compte de coefficients de perte de charge enveloppes dans les lignes et en appliquant une pénalisation forfaitaire de 10 %. Par la suite, EDF a réalisé des réévaluations successives en levant une partie de ce conservatisme. L'ASN considère qu'EDF n'a pas suffisamment justifié le caractère enveloppe des pertes de charges calculées dans les lignes d'aspiration.

Pour les collecteurs de liaison, EDF utilise les pertes de charges évaluées par les concepteurs. Or ces données ont été obtenues en considérant :

- que les filtres sont immergés dans leur totalité. Cependant dans certains cas de brèches intermédiaires, les calculs montrent que lors du passage en recirculation la hauteur d'eau dans les puisards n'est pas suffisante pour immerger totalement les filtres ;
- une répartition uniforme des débris sur la surface des filtres. Cependant, EDF ne justifie pas que cette répartition est réaliste et que les pertes de charges calculées avec cette hypothèse de répartition sont enveloppes.

Ainsi l'ASN considère que la justification du caractère enveloppe des pertes de charges calculées dans les lignes d'aspiration et les collecteurs de liaison doit être complétée.

Demande A.4.c : Je vous demande de compléter la démonstration du caractère enveloppe des pertes de charges calculées dans les lignes d'aspiration des puisards et dans les collecteurs de liaison des filtres, afin d'intégrer ces résultats à votre réponse au V de la prescription [CONF-C] de la décision [1]. Vous veillerez notamment à justifier :

- le caractère suffisant de la pénalisation de 10 % appliquée sur les pertes de charge dans les lignes d'aspiration et dans les collecteurs de liaison ;
- le caractère enveloppe des pertes de charge calculées à partir des données des constructeurs pour les brèches de 4 pouces ;
- le caractère enveloppe des pertes de charge calculées avec des hypothèses uniformes de colmatage des filtres pour les collecteurs de liaison.

A.5. *Bilan de puissance des diesels*

L'ASN considère que les modélisations réalisées par EDF pour le bilan de puissance des diesels reposent sur des principes théoriques éprouvés et documentés. Toutefois, certains phénomènes comme le vieillissement, la perte en ligne et la variation de puissance lors de la mise en tension des matériels n'ont pas été pris en compte par EDF. La puissance consommée par les matériels, calculée par EDF, est donc entachée d'incertitudes.

Demande A.5 : Afin de s'assurer que la puissance disponible des groupes électrogènes de secours sera bien supérieure à la puissance appelée, je vous demande de justifier, au plus tard le 31 décembre 2022 :

- le caractère conservatif des valeurs de puissances consommées en prenant en compte les phénomènes de pertes en ligne, de vieillissement des matériels et de variations de puissance au moment de la mise en tension des actionneurs ;
- le caractère exhaustif des actionneurs susceptibles de fonctionner dans chaque scénario du référentiel de sûreté et de préciser les dispositions retenues pour garantir, y compris sous l'angle des facteurs organisationnels et humains, la correcte déclinaison opérationnelle des scénarios de délestage et relestage prévus.

B. Réévaluation de sûreté

B.1. Réévaluation des risques associés aux agressions d'origine interne ou externe dans la démonstration de sûreté

B.1.1. Prise en compte de l'évolution des connaissances pour les agressions climatiques

L'ASN constate que les « événements climatiques majeurs » déclenchant des analyses spécifiques n'ont pas été définis pour certains aléas, notamment pour les agressions relatives aux inondations externes causées par la pluie, au vent, aux tornades, aux grands froids et à la neige. L'ASN considère qu'EDF doit définir de tels événements pour l'ensemble des agressions. De façon plus générale, les critères associés aux « événements climatiques majeurs » doivent correspondre à un record régional ou à un événement de période de retour estimée centennale.

Demande B.1.1.a : Je vous demande, pour l'ensemble des agressions climatiques, de définir lors de la mise à jour de la veille climatique, des « événements climatiques majeurs » déclenchant des analyses spécifiques en prenant en compte des critères associés à un record régional ou à un événement de période de retour estimée centennale.

L'ASN considère que la démarche de réévaluation d'EDF des températures de « longue durée » et des « températures exceptionnelles » est conforme à sa demande SUR n° 24 [3]. Toutefois, l'instruction a montré qu'EDF se fonde sur des méthodes statistiques afin de réaliser ses extrapolations de tendance climatique, sans tenir compte des résultats des modèles climatiques existants.

Demande B.1.1.b : Je vous demande, lors de la mise à jour de la veille climatique, de comparer les températures de l'air évaluées à partir des modèles statistiques et les températures évaluées par des approches utilisant les résultats des modèles climatiques.

Pour l'étiage, la méthode utilisée par EDF se fonde sur une estimation des débits des cours d'eau en régime stationnaire, sans prise en compte de l'évolution dans le temps. Le conservatisme de la méthode retenue par EDF, qui s'appuie sur l'absence de prise en compte du soutien d'étiage, est difficile à évaluer, notamment parce que le niveau de remplissage des réservoirs dépend des événements survenus dans la saison, voire lors de l'année précédente. L'ASN considère qu'EDF doit fournir, lors de la mise à jour de la veille climatique, une évaluation quantifiée des effets possibles de l'évolution climatique, notamment concernant le risque de perte de la source froide en situation d'étiage.

Demande B.1.1.c : Je vous demande, lors de la prochaine mise à jour de la veille climatique, de fournir une évaluation quantifiée des effets possibles de l'évolution climatique sur l'étiage et de définir les dispositions permettant de garantir la disponibilité de la source froide en situation d'étiage (débit, hauteur d'eau, débitance de seuils de prise d'eau).

B.1.2. Risques liés aux séismes

Réévaluation du séisme majoré de sécurité

EDF n'a pas transmis d'élément en réponse à la demande que l'ASN a formulée lors des orientations du réexamen (demande SUR n° 22 de [3]) sur la justification de l'atteinte de la cible probabiliste définie par l'association WENRA (fréquence cible de dépassement inférieure à 10^{-4} par an et par réacteur).

Demande B.1.2.a : Je vous demande de transmettre, au plus tard lors de la remise du rapport de conclusion du réexamen de chaque réacteur, votre analyse du positionnement du spectre du

séisme majoré de sécurité, retenu pour ce réacteur par rapport au spectre correspondant à la cible préconisée dans les niveaux de référence édités en 2014 par l'association WENRA.

Pour les réacteurs dont l'échéance de la remise de ce rapport est antérieure au 31 décembre 2023, vous transmettez ces éléments au plus tard à cette date.

Tenue des structures et composants au SMS

Le système de ventilation et de conditionnement d'air du bâtiment des auxiliaires de sauvegarde (DVS) et le système de ventilation et de conditionnement d'air du bâtiment du combustible (DVK) contribuent à la fonction de sûreté de confinement et doivent donc être classés au niveau « élevé » au titre de la démarche DERESMA. Ils devront faire l'objet d'une réévaluation sismique reposant sur une analyse des marges sismiques ou des calculs de résistance au séisme.

Demande B.1.2.b : Je vous demande, de transmettre :

- une réévaluation sismique, par une approche déterministe conventionnelle classiquement utilisée lors des réexamens, du comportement des équipements appartenant aux systèmes de ventilation et de conditionnement d'air du bâtiment des auxiliaires de sauvegarde (DVS) et du bâtiment du combustible (DVK) en cas de séisme majoré de sécurité ;
- le cas échéant, la description des modifications à réaliser pour assurer le respect des exigences de ces systèmes de ventilation et de conditionnement d'air.

Je vous demande de transmettre ces éléments lors de la remise du rapport de conclusion du réexamen de chaque réacteur. Pour les réacteurs dont l'échéance de la remise de ce rapport est antérieure au 31 décembre 2023, vous transmettez ces éléments au plus tard à cette date.

Vous remettrez à ces échéances le calendrier de mise en œuvre des éventuelles modifications nécessaires ainsi identifiées.

Prise en compte des enseignements du séisme de Kashiwazaki-Kariva

L'ASN considère que l'efficacité des dispositions mises en place par EDF pour maîtriser, en cas de séisme, les potentiels écoulements d'huile issue des transformateurs, et permettant d'éviter de propager un incendie, doit être évaluée.

Demande B.1.2.c : Je vous demande, pour le 31 décembre 2023, de vous assurer du caractère suffisant des dispositions mises en place pour maîtriser, en cas de séisme, les potentiels écoulements d'huile issue des transformateurs et éviter de propager un incendie. Vous identifierez les éventuelles modifications à mettre en œuvre et proposerez le calendrier de déploiement associé.

B.1.3. Risques liés à des températures élevées

L'ASN constate que certaines hypothèses retenues dans les calculs des températures atteintes dans les locaux, susceptibles d'avoir un impact important sur ces températures ne sont pas suffisamment étayées (il s'agit, par exemple, des apports calorifiques des matériels pris en considération dans les études).

Demande B.1.3 : Je vous demande de justifier, au plus tard le 31 décembre 2022, les hypothèses retenues dans les calculs des températures atteintes dans les locaux, susceptibles d'avoir un impact important sur ces températures.

Concernant la disponibilité des matériels, EDF estime qu'un fonctionnement entre la Td et la Tr¹ impacte uniquement, dans une proportion raisonnable, la durée de vie du matériel mais pas ses performances. L'ASN considère que les règles permettant de gérer l'indisponibilité des matériels doivent conduire à limiter les durées de fonctionnement au-delà de la Td. À l'issue de l'instruction, EDF s'est engagée à faire évoluer ces règles, ce qui est satisfaisant. Toutefois, EDF a restreint l'évolution de ces règles aux cas de l'indisponibilité des systèmes de ventilation des locaux du bâtiment des auxiliaires nucléaires et de l'entrepont de câblage et des locaux des batteries. **Dans le cadre de l'instruction du dossier d'amendement des règles générales d'exploitation pour le « lot B », l'ASN examinera la nécessité d'élargir la liste des systèmes de ventilation concernés.**

B.1.4. Risques associés au transport aérien et à l'environnement industriel

L'instruction de la méthodologie employée par EDF pour analyser les risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication a révélé la nécessité de revoir la probabilité conditionnelle qu'un phénomène dangereux donné - comme un incendie ou une explosion - survienne à la suite d'un accident de transport. En effet, cette probabilité conditionnelle est actuellement déterminée à l'aide d'une base de données non représentative sur le plan statistique (la base utilisée ne garantit pas l'exhaustivité des accidents industriels survenus en France, elle fournit une sélection de cas illustratifs d'accidents pouvant survenir). Par ailleurs, cette probabilité conditionnelle n'est établie que pour les accidents de transport de matières dangereuses avec perte de confinement.

L'ASN considère également nécessaire qu'EDF recense les potentiels de dangers dans un rayon de 10 km autour de chaque centrale nucléaire.

Demande B.1.4.a : Je vous demande de réviser votre note méthodologique relative aux risques associés à l'environnement industriel et aux voies de communication :

- **en intégrant une réévaluation des probabilités d'accident de transport de matières dangereuses en utilisant des bases de données représentatives sur le plan statistique et, à partir de ces éléments, une réévaluation des probabilités conditionnelles des phénomènes dangereux associés aux accidents de transport de matières dangereuses ayant entraîné une fuite de la matière transportée et une réévaluation des probabilités conditionnelles des phénomènes dangereux associés aux accidents n'ayant pas entraîné de fuite de la matière transportée ;**
- **en intégrant les zones de recensement des potentiels de danger présents dans un rayon de 10 km autour de l'installation nucléaire de base.**

L'application de cette note méthodologique sera réalisée au plus tard cinq ans après la remise du rapport de conclusion du réexamen.

Ces notes d'application seront accompagnées, le cas échéant, d'une description des modifications nécessaires pour ramener la probabilité de dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du site à une probabilité inférieure ou égale à 10^{-7} par an et par réacteur, assortie d'un échéancier de réalisation justifié au regard des enjeux pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement.

¹ EDF distingue deux définitions de températures admissibles des matériels :

- la Tr est « la température acceptable par le matériel pour un fonctionnement limité à quelques centaines d'heures par an, et ce, chaque année jusqu'à la fin de vie des réacteurs concernés » ;
- la Td est « la température maximale acceptable par le matériel en régime permanent, tout au long de sa durée de vie. Le régime permanent correspond au fonctionnement normal du matériel ».

Par ailleurs, EDF retient le seuil de 8 kW/m² pour apprécier les effets thermiques et justifie ce seuil vis-à-vis du risque d'inflammation induite. Or, une agression thermique externe peut également induire le dysfonctionnement des équipements à des flux thermiques inférieurs à 8 kW/m². A cet égard, l'ASN souligne qu'EDF retient pour le réacteur EPR de Flamanville, un flux thermique de 3 kW/m² dans les études de dysfonctionnement des équipements (incluant les câbles électriques) vis-à-vis des effets thermiques d'un incendie.

De plus, pour ce qui concerne la modélisation des explosions de nuage de gaz inflammable dérivant, le caractère conservatif de certaines hypothèses retenues par EDF n'a pas été apporté. De ce fait, l'ASN considère que des analyses complémentaires doivent être réalisées en retenant des hypothèses conservatives.

Enfin, l'ASN constate qu'EDF retient, pour les effets toxiques, le SEI (seuil des effets irréversibles défini dans la réglementation ICPE) comme seuil de vulnérabilité. L'ASN considère ce seuil peu ambitieux.

Demande B.1.4.b : Je vous demande, pour la prochaine phase générique des réexamens périodiques de vos réacteurs, pour les risques associés à l'environnement industriel et aux voies de communication :

- de définir et justifier un seuil de flux thermique vis-à-vis du risque de dysfonctionnement de matériels ;
- d'analyser l'impact des hypothèses suivantes pour la modélisation des explosions de nuages de gaz dérivants :
 - un délai d'inflammation des nuages dérivants conduisant à l'explosion la plus pénalisante pour l'installation nucléaire, sans se limiter arbitrairement à un délai maximal de cinq minutes, et en tenant compte du retour d'expérience des accidents intervenus en milieu industriel,
 - l'intégralité de la masse de produit inflammable contenue dans le nuage dérivant à une concentration supérieure à la limite inférieure d'explosivité, pour la détermination des effets de l'explosion ;
- de proposer un objectif plus ambitieux pour évaluer les risques liés aux nuages toxiques sur les personnels.

B.1.5. Risques associés aux tornades

Niveau des tornades et caractéristiques des projectiles

EDF s'est engagée à retenir « au plus tard cinq ans après la remise du rapport de conclusion du réexamen VDA 900, [...] comme niveau d'aléa : pour le domaine de dimensionnement, une tornade d'intensité EF2 sur l'échelle de Fujita (définie par la vitesse moyenne des vents caractérisant cette intensité, à savoir 55,5 m/s) ; pour les situations noyau dur, une tornade d'intensité EF3 (définie par la vitesse moyenne des vents caractérisant cette intensité, à savoir 68 m/s), sauf pour les installations du site de Gravelines, pour lesquelles il retiendra une intensité de niveau EF4 (définie par une vitesse moyenne des vents égale à 81,5 m/s) ».

Concernant la définition des caractéristiques de la variation maximale de pression (pression aérodynamique) et de la vitesse de variation maximale de pression associée (pression barométrique), différents modèles existent pour les composantes de vent, selon le modèle de vortex retenu. Compte tenu de la difficulté à définir un modèle de tornade réaliste et robuste vis-à-vis des différentes composantes du vent et étant données les fortes incertitudes portant, notamment, sur la vitesse radiale du vent, il convient de retenir un modèle simplifié et conservatif.

Ainsi, l'ASN recommande de déterminer la variation maximale de pression et la vitesse de variation maximale de pression associée par les formules présentées dans la réglementation américaine RG 1.76. Toutefois, compte tenu des fréquences associées aux niveaux de tornades retenus, il est acceptable de retenir les préconisations de l'édition 2015 du code RCC-CW pour le calcul de ces caractéristiques en prenant en compte une composante radiale du vent égale à la moitié de la vitesse tangentielle.

Pour les projectiles, EDF s'est engagée à retenir :

- pour les EIP ne faisant pas partie du « noyau dur », un projectile de type « planche de bois » (de dimensions 0,10 m x 0,25 m x 3,80 m et de 50 kg) et un projectile de type « bille d'acier » (de 2,5 cm de diamètre et 70 g) ;
- pour les EIP du « noyau dur », un projectile de type « bille d'acier » (de 2,5 cm de diamètre et 70 g), un projectile de type « tube d'acier » (de diamètre 0,17 m, de longueur 4,6 m et de 130 kg) et un projectile de type « automobile » (de dimensions 4,5 m x 1,7 m x 1,5 m et de 1180 kg). Pour les automobiles, les hauteurs minimale de déplacements sont de trois mètres pour les tornades d'intensité EF3 et de 9 m pour les tornades EF4 ;
- une vitesse horizontale des projectiles respectivement égale à un tiers de la vitesse du vent de la tornade pour les projectiles de type « planche de bois », « tube d'acier » et « automobile » et à 8 % de la vitesse du vent de la tornade pour le projectile de type « bille », ainsi qu'une vitesse verticale égale aux deux tiers de la vitesse horizontale du projectile.

Méthodologie de prise en compte des effets des tornades sur les structures de génie civil et les matériels

Bardages métalliques

Au cours de l'instruction, vous avez proposé de déterminer les effets de la dépression d'une tornade sur un bâtiment en tenant compte de la perméabilité des parois, établie en considérant l'ensemble des traversées susceptibles d'être ouvertes (grilles, fenêtres, portes, lanterneaux, ...). Vous considérez que la différence de pression aurait peu d'effet sur les structures :

- dans le cas des bardages à double peau ou pour les couvertures revêtues d'un complexe d'étanchéité, si la différence de pression est inférieure ou égale à 15 % de l'action directe du vent de tornade ;
- dans les cas des bardages à simple peau, sans isolation thermique.

L'ASN considère acceptable de retenir que le chargement est négligeable dans le cas des structures avec un bardage à simple peau sans isolation thermique et une couverture coulée sur des bacs en acier sans revêtement d'étanchéité, ainsi que pour les structures ayant une perméabilité supérieure à 0,1 %.

Toutefois, l'ASN considère que, pour le cas des bardages à double peau ou pour les couvertures revêtues d'un complexe d'étanchéité, le critère de différence de pression de 15 % ne peut pas être généralisé. En effet, vous avez établi cette valeur pour une tornade et un bâtiment particulier. De plus, le taux de perméabilité doit être établi en considérant la structure en situation d'exploitation. En particulier, certaines portes sont à considérer en position fermée.

Demande B.1.5.a : Je vous demande, au plus tard cinq ans après la remise du rapport de conclusion du réexamen de chaque réacteur, pour les structures appartenant ou non au « noyau dur », constituées de bardages métalliques ou de toitures métalliques (hors structures avec un bardage à simple peau, sans isolation thermique et sans revêtement d'étanchéité), de prendre en compte les effets de la variation de pression atmosphérique due à une tornade :

- soit en évaluant la différence de pression de part et d'autre des parois, en fonction du taux minimal de perméabilité caractérisé à partir d'essais de produits similaires à ceux mis en œuvre, dans la configuration de la structure correspondant aux situations d'exploitation ;
- soit en considérant que la différence maximale de pression de part et d'autre de la paroi est égale à la variation maximale de la pression atmosphérique, dans le cas où le taux minimal de perméabilité ne peut pas être caractérisé.

Risque d'écaillage des parois en béton

L'ASN considère que vous devez vous assurer de l'absence de conséquence d'un éventuel écaillage des parois en béton armé susceptibles d'être impactées par un projectile.

À cet égard, l'IRSN a évalué² l'épaisseur minimale d'une paroi en béton permettant d'assurer une absence d'écaillage lors de l'impact d'un tube métallique (projectile considéré uniquement pour le niveau d'aléa du « noyau dur ») et conclut à des valeurs comprises entre 26 et 29 cm pour les parois verticales et 20 et 23 cm pour les parois horizontales (toitures) en fonction du niveau de tornade considéré (niveau EF3 ou EF4). EDF a apporté la démonstration que, dans la majorité des cas, ces épaisseurs sont respectées³.

Demande B.1.5.b : Je vous demande, au plus tard cinq ans après la remise du rapport de conclusion du réexamen de chaque réacteur, de vérifier l'absence d'EIP du « noyau dur » à proximité de singularités susceptibles de conduire à un écaillage. Le cas échéant, vous étudierez et mettrez en œuvre, dans les mêmes délais, des dispositions de protection adaptées.

Charpentes métalliques

Dans vos analyses des caractéristiques des projectiles à retenir, vous analysez l'impact d'un « tube d'acier » pour les tornades de type EF3 ou EF4 mais vous ne considérez pas qu'il puisse arriver perpendiculairement à l'ossature des charpentes métalliques car vous jugez cette configuration peu vraisemblable.

L'ASN note que cette situation est moins probable que l'impact du « tube d'acier » sur une partie quelconque d'une paroi ou arrivant sur l'ossature avec un angle quelconque. Toutefois, vos hypothèses conduisent à ce que l'impact ne soit analysé qu'en termes de risque de perforation de la paroi. Dans les cas où l'analyse d'impact du projectile « automobile » serait écartée, par exemple du fait de la présence d'obstacles proches des EIP à protéger, aucune analyse de stabilité des structures ne serait alors réalisée. L'impact d'un projectile de type « tube d'acier », ou de tout autre agresseur potentiel de même type, généré par une tornade, ne pouvant être écarté, l'ASN considère que le risque que ce type de projectile remette en cause la stabilité des charpentes métalliques doit être évalué pour les EIP du « noyau dur ».

Une telle démarche peut être menée en identifiant les points sensibles de la charpente et en évaluant leur vulnérabilité au projectile « tube d'acier », au vu des configurations qui conduiraient à les endommager.

² Les hypothèses considérées par l'IRSN correspondent à un tube métallique d'une masse de 130 kg et d'un diamètre de 0,168 m, un béton de résistance caractéristique à la compression de 30 MPa, des vitesses de vent de 68 m/s et 81,5 m/s induisant une vitesse de projectile de 22,5 m/s et 27,2 m/s (respectivement pour le niveau EF3 et EF4). L'IRSN a utilisé la méthode préconisée par l'édition 2015 du RCC-CW pour effectuer ses calculs.

³ EDF a indiqué que l'épaisseur des voiles des parties courantes, vérifiées par sondage sur la centrale nucléaire du Bugey et quelques bâtiments des réacteurs de 900 MWe de type CPY, est supérieure aux valeurs (26 et 29 cm) obtenues par l'IRSN. Hormis pour quelques singularités, les phénomènes d'écaillage sont écartés. EDF a précisé également que la présence d'équipements du « noyau dur » à proximité des singularités, susceptibles d'être agressés en cas d'écaillage, n'a pas été vérifiée. Pour les toitures, EDF justifie de manière qualitative l'absence d'impact (revêtement multicouche, toiture coulée sur des bacs en acier).

Demande B.1.5.c : Je vous demande, au plus tard cinq ans après la remise du rapport de conclusion du réexamen de chaque réacteur, d'identifier les points sensibles des charpentes métalliques des bâtiments contenant des EIP du « noyau dur », du point de vue de leur stabilité à l'égard d'un projectile de type « tube d'acier », et d'évaluer la nécessité d'une protection.

B.1.6. Risques associés aux incendies d'origine interne aux installations

Méthode de justification de la sectorisation

Les modifications d'ores et déjà réalisées ou prévues permettront d'améliorer significativement la sûreté des installations vis-à-vis du risque d'incendie.

L'ASN considère que la méthode d'élaboration des courbes de performance « EPRESSI » d'un équipement permet de donner un bon ordre de grandeur des performances réelles des équipements neufs, mais souligne toutefois que cette méthode comporte des incertitudes liées à la validation du modèle thermique associé et ne prend pas en compte certains mécanismes de vieillissement susceptibles d'affecter les performances des équipements.

EDF s'est engagée à fournir des compléments qui concernent :

- le périmètre d'application de la méthode de justification, qu'EDF a initialement limité à certains bâtiments et à certains équipements de sectorisation ;
- la justification de la sectorisation incendie des locaux initialement exclus de la méthode mais qui ont été identifiés comme présentant un fort enjeu pour la sûreté lors de la réalisation des études probabilistes de sûreté ;
- la vérification de l'existence d'une marge suffisante entre la température de défaillance des équipements de sectorisation et la température atteinte dans le local en cas d'incendie afin de tenir compte des incertitudes de modélisation et du vieillissement des éléments de sectorisation.

Toutefois, pour un local du bâtiment électrique, cette marge est insuffisante. L'ASN considère qu'EDF doit réaliser des études complémentaires pour vérifier le bon dimensionnement des éléments de sectorisation incendie.

Demande B.1.6.a : Je vous demande de justifier, afin d'intégrer ces résultats dans le cadre de votre réponse au I de la prescription [AGR-D] de la décision [1], pour le local identifié du bâtiment électrique, le caractère suffisant des éléments de sectorisation incendie protégeant les moyens minimaux de conduite et les câbles électriques dont la perte pourrait conduire à des défaillances d'équipements assurant de façon redondante la même fonction de sûreté.

Sélection des locaux présentant un risque de détérioration des secteurs de feu à cause des variations de pression dues à un incendie

En ce qui concerne la prise en compte des effets de la pression sur les éléments de la sectorisation, les principes de la méthodologie d'EDF sont jugés satisfaisants par l'ASN. Les études réalisées par EDF ont notamment permis d'identifier les volumes de feu les plus sensibles à ces effets.

Toutefois, l'ASN considère que le coefficient de décharge (à savoir les fuites considérées au niveau des portes) retenu par EDF pour caractériser les inétanchéités des portes coupe-feu ne permet pas de garantir une évaluation enveloppe ; l'ASN considère qu'un coefficient de décharge de 0,4 serait conservatif.

Demande B.1.6.b : Je vous demande d'étudier les effets de pression sur les portes coupe-feu identifiées à fort enjeu pour la sûreté et de proposer, le cas échéant, des modifications, en considérant un coefficient de décharge conservatif pour modéliser les fuites au niveau des

portes. Les résultats de cette étude seront intégrés à votre réponse au I de la prescription [AGR-D] de la décision [1].

Par ailleurs, l'ASN considère qu'EDF devra réévaluer les performances de résistance à la pression des portes coupe-feu enveloppes de celles des portes présentes sur site

Une modification des hypothèses relatives à la tenue des portes est susceptible de conduire à l'identification de volumes de feu supplémentaires à étudier de manière approfondie vis-à-vis du risque de rupture de la sectorisation incendie consécutive à des variations de pression induites par un incendie.

Demande B.1.6.c : Je vous demande de transmettre, au plus tard le 31 décembre 2022, un programme de travail et le calendrier associé afin de disposer, pour les prochains réexamens, de performances de résistance à la pression des portes coupe-feu enveloppes de celles des portes présentes sur site.

Enfin, l'étude de la résistance des portes aux effets de pressions sera étendue à l'ensemble des portes coupe-feu dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs.

Identification des portes coupe-feu les plus sensibles en cas d'incendie

EDF a réalisé des études probabilistes de sûreté (EPS) incendie dites « multi-volumes » prenant en compte un risque de défaillance de portes coupe-feu jugées prioritaires, ce qui lui a permis d'identifier les portes coupe-feu les plus sensibles. Toutefois, l'ASN considère que la liste de portes prioritaires est susceptible d'être incomplète, dans la mesure où EDF écarte certaines portes coupe-feu de l'analyse (lors de la phase de screening). De plus, EDF a retenu certaines hypothèses de modélisation (fonctionnement des ventilations, plan de coupure électrique...) qui peuvent avoir un impact sur les portes-coupe-feu les plus sensibles.

Demande B.1.6.d : Je vous demande de définir et mettre en œuvre, au plus tard dans les mêmes délais que le I de la prescription [AGR-E] de la décision [1], pour les portes coupe-feu non retenues à l'issue de la phase de screening de l'EPS incendie « multi-volumes », un programme étendu de contrôle sur site afin de vous assurer que les hypothèses prises en compte en termes de quantité de matières combustibles ou de présence de cibles de sûreté sont vérifiées dans chacun des volumes de feu de sûreté pouvant être mis en communication.

Demande B.1.6.e : Je vous demande, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, de définir des critères objectivables permettant de sélectionner les portes coupe-feu devant faire l'objet d'une analyse approfondie. Ces critères s'appuieront notamment sur la quantité de matière combustible présente dans les volumes de feu de sûreté et sur la présence d'éléments importants pour la protection des intérêts à protéger d'un incendie.

Demande B.1.6.f : Je vous demande, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, de prendre en compte :

- les conséquences de la défaillance des portes coupe-feu survenant lors d'un incendie sur le fonctionnement des systèmes de ventilation et de leurs systèmes supports ;
- les éventuelles conséquences des actions associées aux plans de coupure des alimentations électriques à réaliser en cas d'incendie ;
- le risque de propagation d'un incendie depuis un volume de feu ne présentant pas de cible de sûreté vers un volume de feu de sûreté.

Demande B.1.6.g : Je vous demande, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, de vérifier que la transposition des résultats des analyses réalisées pour un réacteur de configuration dite « tranche paire » permet une identification exhaustive des portes les plus sensibles en cas de défaillance survenant lors d'un incendie dans un réacteur de configuration dite « tranche impaire ». Pour les réacteurs de 1300 MWe, cette vérification de transposition sera réalisée, si nécessaire, pour les réacteurs de type P4 et P'4.

L'ASN considère qu'EDF doit évaluer l'intérêt de mettre en œuvre des dispositions plus contraignantes qu'une détection de position « ouverte » (comme, par exemple, des condamnations de porte, la mise en place de sas...) sur certaines portes coupe-feu, dont la position ouverte en cas d'incendie conduirait à une augmentation significative du risque de fusion du cœur.

Demande B.1.6.h : Je vous demande dans les mêmes délais que le II de la prescription [AGR-E] de la décision [1], d'évaluer l'intérêt pour la sûreté de mettre en œuvre des dispositions de condamnation administrative ou d'obturation des portes coupe-feu les plus sensibles en termes d'accroissement du risque de fusion du cœur en cas de position ouverte lors d'un incendie, en prenant en considération les conséquences de ces dispositions sur l'exploitation des installations.

Etudes probabilistes de sûreté

EDF a réalisé des études probabilistes de sûreté permettant d'évaluer le risque de fusion du cœur ou de découverture des assemblages de combustible entreposés en piscine, en cas d'incendie.

L'ASN considère, au regard des essais en cours à ce sujet, que l'hypothèse prise en compte par EDF dans ses EPS de niveau 1 en ce qui concerne l'absence de propagation d'un feu entre deux armoires électriques séparées par une lame d'air « observable » n'est pas justifiée. Ainsi, l'ASN considère que, dans les études en support aux prochaines EPS de niveau 1 relatives à l'incendie, la seule présence d'une lame d'air « observable » séparant les armoires électriques ne pourra pas être retenue pour exclure la propagation d'un incendie entre armoires électriques.

Demande B.1.6.i : Je vous demande, à l'occasion de la réalisation des études probabilistes de sûreté de niveau 1 relatives à l'incendie dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, de ne plus vous fonder sur la seule présence d'une lame d'air observable séparant deux armoires électriques pour exclure la possibilité d'une propagation d'un feu entre ces deux armoires électriques.

B.1.7. Risques associés aux explosions d'origine interne aux installations

Fuites sur les lignes connectées au pressuriseur

L'ASN rappelle que l'analyse des conséquences d'une fuite en dehors des singularités doit être étendue au bâtiment du réacteur. Dans le cadre des études de risque d'explosion dans le bâtiment du réacteur, il conviendra qu'EDF s'assure également qu'une rupture de tuyauterie à haute énergie (RTHE) sur une ligne hydrogénée reliée au pressuriseur ne conduirait pas à l'agression par fouettement ou effet de jet d'une autre ligne hydrogénée, les effets conjugués pouvant potentiellement conduire à une situation plus pénalisante en termes de risque d'explosion, que la rupture d'une seule ligne hydrogénée.

Demande B.1.7.a : Je vous demande, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, de vous assurer que les contrôles réalisés sur les

dispositifs de protection des lignes hydrogénées permettent de garantir qu'ils assureront leur fonction en cas de RTHE sur une ligne reliée au pressuriseur et, le cas échéant, de les renforcer.

Résistance de certaines tuyauteries aux effets d'une explosion

EDF a analysé les conséquences associées à des situations d'explosion d'origine interne. Dans certains cas, EDF a considéré que certaines tuyauteries sont résistantes aux effets de l'explosion en se fondant sur des analyses qualitatives ou ne tenant pas compte de l'ensemble des effets de l'explosion.

Demande B.1.7.b : Je vous demande, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, dans vos analyses de risques liés à l'explosion d'origine interne, d'analyser la résistance des tuyauteries aux effets d'une explosion en vous fondant sur des analyses quantitatives prenant en considération l'ensemble des effets d'une explosion.

Résistance du génie civil d'un local aux effets d'une explosion

EDF a réalisé des études pour identifier les locaux dans lesquels une explosion est susceptible de conduire à un mode commun. EDF a ensuite évalué, pour ces locaux, le risque de perte des moyens redondants. En particulier, elle a étudié les effets de l'explosion sur le génie civil (notamment sur la tenue des planchers et des plafonds). Compte tenu des incertitudes associées à ces calculs, l'ASN considère qu'EDF devra vérifier l'absence d'effet falaise en faisant varier les paramètres prépondérants de son étude.

Demande B.1.7.c : Je vous demande de vérifier, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, l'absence d'effet falaise sur la tenue du génie civil des locaux où une explosion est susceptible de conduire à un mode commun pouvant remettre en cause le repli de l'installation dans un état sûr, en faisant varier les paramètres prépondérants.

Méthode d'analyse des risques liés à l'explosion d'origine interne

L'ASN considère que, pour les prochains réexamens périodiques, EDF doit transmettre des compléments en ce qui concerne :

- la prise en compte, dans son référentiel associé aux explosions d'origine interne, des inondations internes associées à l'endommagement de certaines tuyauteries par les effets d'une explosion ;
- le risque de propagation des effets d'une explosion à travers des ouvertures de surface inférieure à 1 m² ;
- la vérification, pour les scénarios potentiels d'explosion interne aux circuits hydrogénés considérés comme résiduels dans l'analyse probabiliste effectuée et pour lesquels la maîtrise du risque d'explosion n'est assurée que par une seule ligne de défense, que la défaillance de cette ligne de défense ne remet pas en cause leur caractère résiduel. Dans le cas contraire, EDF devra démontrer que ces situations ne conduisent pas à des conséquences notables pour la sûreté.

Demande B.1.7.d : Je vous demande, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, de prendre en compte dans vos analyses des risques liés à l'explosion d'origine interne les inondations associées à l'endommagement de certaines tuyauteries par les effets d'une explosion. Par ailleurs, je vous demande d'étayer les éléments permettant de démontrer l'absence de propagation des effets d'une explosion au travers d'ouvertures de surface inférieure à 1 m².

Par ailleurs, en ce qui concerne les risques d'explosion à l'intérieur des circuits hydrogénés, vous vérifierez que, pour les scénarios considérés comme résiduels et pour lesquels la maîtrise du risque d'explosion n'est assurée que par une seule ligne de défense, que la défaillance de cette ligne de défense ne remet pas en cause leur caractère résiduel. Dans le cas contraire, vous démontrerez que ces situations ne conduisent pas à des conséquences notables pour la sûreté.

Évaluation des probabilités d'inflammation retardée des fuites d'hydrogène

L'ASN considère que les hypothèses retenues par EDF pour évaluer la probabilité d'inflammation retardée ne sont pas toujours réalistes.

En effet, EDF a retenu systématiquement une valeur d'intensité d'inflammation nulle pour les travaux par points chauds, ce qui revient à considérer que la durée de ces travaux est également nulle. EDF a toutefois réalisé une étude concluant que les résultats de l'EPS relative à l'explosion d'origine interne sont peu sensibles à ce paramètre. Bien que ces conclusions soient satisfaisantes, l'ASN considère que les intensités d'inflammation liées aux travaux par points chauds dans l'ensemble des locaux où le nuage inflammable se propage doivent être prises en compte dans les prochaines EPS.

Par ailleurs, l'ASN considère que la méthode retenue par EDF pour le calcul des intensités d'inflammation associées aux pompes et aux compresseurs prend en compte des volumes d'étude parfois inadaptés et sous-estime le risque d'inflammation lié aux sources d'allumage proches d'un lieu de fuite de gaz inflammable.

Demande B.1.7.e : Je vous demande, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, d'évaluer les probabilités d'inflammation retardée des fuites de gaz hydrogénés dans les locaux du bâtiment des auxiliaires nucléaires et du bâtiment d'exploitation :

- en retenant des hypothèses réalistes pour le calcul des intensités d'inflammation associées aux pompes et aux compresseurs ;
- en tenant compte des intensités d'inflammation liées aux travaux par points chauds dans l'ensemble des locaux où le nuage inflammable se propage.

B.1.8. Risques associés aux inondations d'origine interne et aux ruptures de tuyauterie à haute énergie

L'ASN considère que la vérification de la stabilité des voiles réalisée par EDF (liée à l'effacement des portes et des trémies) est acceptable pour l'îlot nucléaire de l'ensemble des sites et pour l'îlot conventionnel des sites du Tricastin et du Bugey. En revanche, le caractère transposable de la démonstration de la stabilité des voiles de séparation des puits du circuit d'eau brute secouru de l'îlot conventionnel aux autres sites n'a pas été justifié.

Demande B.1.8.a : Je vous demande, au plus tard lors de la remise du rapport de conclusion du réexamen du premier réacteur d'un site réalisant son quatrième réexamen périodique, de justifier la stabilité des voiles de séparation des puits du circuit d'eau brute secouru de l'îlot conventionnel.

Pour six locaux du bâtiment des auxiliaires nucléaires des réacteurs de type CPY, l'instruction a mis en évidence qu'une inondation d'origine interne peut conduire à une situation de perte totale de la source froide (situation « H1 ») mais également, pour cinq de ces six locaux, à la perte des matériels nécessaires pour gérer cette situation. À la suite de l'instruction de cette étude, EDF a transmis une analyse complémentaire plus précise, pour les réacteurs n° 1 et n° 2 de la centrale nucléaire du Tricastin, qui permet de conclure que les moyens de gestion de la situation « H1 » resteraient disponibles. EDF précise que des analyses similaires seront réalisées pour les autres réacteurs selon un calendrier cohérent avec les visites décennales. L'ASN considère les compléments transmis pour les réacteurs de la centrale nucléaire du Tricastin acceptables. Pour les autres réacteurs, les analyses font l'objet de la demande ci-après.

Demande B.1.8.b : Je vous demande, au plus tard à l'échéance de remise du rapport de conclusion du réexamen du premier réacteur de type CPY d'un site réalisant son quatrième

réexamen périodique, d'évaluer, en cas d'inondation d'origine interne susceptible de conduire à une situation de perte totale de la source froide (situation « H1 »), la capacité de gérer une telle situation, et, le cas échéant, de mettre en place les dispositions nécessaires.

Selon EDF, l'état des réacteurs ne nécessite aucune modification matérielle pour l'amélioration de l'étanchéité des trémies présentes sur le plancher des casemates du système d'alimentation en eau des générateurs de vapeur et du circuit de vapeur principal afin qu'elles soient en mesure de rester étanches pour une hauteur d'eau d'au moins 50 cm en cas d'inondation interne. En effet, une analyse a été réalisée en valorisant des essais sur les systèmes de calfeutrement actuellement en place qui permettent de valoriser une étanchéité des traversées à 100 °C sous 0,5 mCE.

L'ASN considère que des justifications complémentaires doivent être apportées vis-à-vis de la tenue des trémies dites « pleine masse » (pour lesquelles EDF ne précise ni la hauteur d'eau maximale qui pourrait être atteinte transitoirement dans les casemates, ni la hauteur d'eau maximale qu'elles peuvent supporter), ainsi que vis à vis de la tenue des joints inter-bâtiments.

Demande B.1.8.c : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2023, de justifier la tenue des trémies « pleine masse » et des joints inter-bâtiments, localisés dans les casemates du système d'alimentation en eau des générateurs de vapeur et du circuit de vapeur principal, en tenant compte de la hauteur d'eau maximale admissible (à 100 °C) qui pourrait être atteinte transitoirement.

B.1.9. Risques associés aux grands froids

Concernant la vérification de la tenue des matériels aux « grands froids », l'analyse réalisée par EDF est acceptable. Néanmoins l'ASN rappelle que l'ensemble des matériels valorisés dans la démonstration de sûreté doit faire l'objet d'un classement de sûreté, ce qui est le cas à l'exception des modules de thermalisation mis en œuvre pour démontrer le bon fonctionnement des chaînes KRT 043 à 045 MA situées dans les casemates vapeur. Par ailleurs, la justification en cas de grand froid du bon fonctionnement des matériels situés à l'extérieur des bâtiments ou dans des locaux non ventilés doit être intégrée aux études réalisées pour les grands froids.

Demande B.1.9 : Je vous demande, au plus tard cinq ans après la remise du rapport de conclusion du réexamen de chaque réacteur, que les équipements valorisés pour démontrer le bon fonctionnement des chaînes KRT 043 à 045 MA situées dans les casemates vapeur fassent l'objet d'un classement de sûreté adapté.

De plus, dans un objectif de traçabilité, l'analyse de la tenue en température de l'ensemble des équipements de faible inertie thermique devrait être intégrée aux études relatives aux grands froids lors de leur prochaine mise jour.

B.2. Réévaluation des études d'accident

B.2.1. Conditions de fonctionnement du domaine de dimensionnement

Exhaustivité des aggravants considérés dans les scénarios de dilution homogène

Pour les transitoires de dilution homogène en puissance, l'aggravant le plus pénalisant retenu par EDF est le blocage de la grappe la plus anti-réactive en position haute lors de l'arrêt automatique du réacteur.

L'ASN considère que la prise en compte de l'aggravant sur la vanne de la ligne dite « de contournement de la turbine à l'atmosphère ou au condenseur » pourrait s'avérer plus pénalisante. Cette situation n'a pas été étudiée par EDF.

Demande B.2.1.a : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2023 :

- **d'étudier, avec les règles d'étude du domaine de dimensionnement de la démonstration de sûreté, les conséquences d'un accident de dilution homogène incontrôlée initiée en puissance, en considérant comme aggravant le refus de fermeture d'une vanne réglante d'une ligne de contournement de la turbine à l'atmosphère ou au condenseur à la suite de sa sollicitation ;**
- **le cas échéant, de transmettre un calendrier de mise en œuvre des modifications permettant le respect des critères associés à la catégorie d'accident concernée.**

Exhaustivité des initiateurs de refroidissement incontrôlé en arrêt à chaud susceptibles de conduire à un retour en criticité

L'ASN considère qu'EDF doit, dans le cadre des études d'accident associées au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, présenter la liste exhaustive des initiateurs de refroidissement incontrôlé en arrêt à chaud susceptibles de conduire à l'atteinte de la criticité et, si besoin, rechercher des améliorations de sûreté.

Demande B.2.1.b : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2023 :

- **d'identifier les initiateurs pouvant conduire à l'atteinte involontaire des conditions critiques lorsque le réacteur est à l'arrêt et la cuve fermée ;**
- **de transmettre un calendrier de mise en œuvre des modifications des installations permettant de prévenir, pour ces initiateurs, l'atteinte de la criticité.**

Cumul du manque de tension externe

Le guide de l'ASN n° 22 [9] dispose qu'une bonne pratique de conception consiste à étudier le cumul du manque de tension externe (MDTE) au moment le plus défavorable. Pour la majorité des transitoires, la prise en compte des instants conventionnels de cumul constitue le cas pénalisant. Cependant, dans le cas d'une rupture de tuyauterie de vapeur survenant lorsque le réacteur est à sa puissance nominale, l'ASN considère que le cumul du MDTE à un instant compris entre l'instant initial du transitoire et l'instant de l'arrêt automatique du réacteur pourrait être plus pénalisant. En conséquence, il doit donc être étudié par EDF.

Demande B.2.1.c : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2023, d'évaluer l'impact du cumul du manque de tension électrique externe au moment le plus défavorable pour les transitoires de refroidissement.

En cas de non-respect des critères de sûreté associés à cet accident, je vous demande de définir les éventuelles modifications à mettre en œuvre au regard des enjeux pour la sûreté et le calendrier associé.

B.2.2. Conditions de fonctionnement complémentaires

Délais avant la première intervention des opérateurs retenus pour le réacteur EPR pour les transitoires du domaine complémentaire

L'ASN considère qu'EDF doit analyser l'impact de la prise en compte des délais avant la première intervention des opérateurs retenus pour le réacteur EPR de Flamanville sur les transitoires du domaine

complémentaire des réacteurs de 900 MWe. L'analyse à réaliser devra permettre d'identifier d'éventuels risques d'effet falaise.

Demande B.2.2.a Je vous demande, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, d'analyser l'impact de la prise en compte des délais avant la première intervention des opérateurs retenus pour le réacteur EPR de Flamanville sur les transitoires du domaine complémentaire et de vous assurer de l'absence d'effets falaise.

Etude de perte totale de la source froide pour les réacteurs de la centrale nucléaire du Bugey

Pour ce qui concerne l'étude de perte totale de la source froide pour les réacteurs de la centrale nucléaire du Bugey (situation « H1 de tranche »), EDF a étudié uniquement la perte totale du circuit de refroidissement intermédiaire (RRI), estimant que ce scénario couvre les scénarios de perte du circuit d'eau brute secourue (SEC) seule ou suivie de la perte du RRI. L'ASN considère que l'étude de la perte totale du RRI ne constitue pas une étude enveloppe de l'ensemble des situations possibles de perte totale de la source froide. La conduite prescrite différant selon l'origine de la perte totale de la source froide, l'ASN considère que l'atteinte de l'état de repli pour l'ensemble des situations « H1 de tranche » n'a pas été démontrée de manière enveloppe.

Demande B.2.2.b : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2023, d'étudier la condition de fonctionnement complémentaire de perte totale de source froide sur 100 heures, non initiée par la perte totale du RRI ou du SEC, afin de vous assurer de l'atteinte de l'état de repli avec la conduite actuellement prescrite. EDF devra, le cas échéant, proposer une modification de la conduite permettant d'atteindre l'état de repli.

Etude de défaillance de cause commune des tableaux électriques 6,6 kV secourus (DCC-LH)

L'ASN considère qu'EDF doit vérifier que le seuil d'isolement des accumulateurs retenu dans les procédures de conduite prévient le risque d'injection d'azote dans le circuit primaire avec une fuite aux joints des groupes motopompes primaires inférieure à 2 tonnes par pompe et par heure en prenant en compte une valeur enveloppe du délai d'action de l'opérateur à l'atteinte du seuil d'isolement et le temps de fermeture des vannes d'isolement.

Demande B.2.2.c : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2023, de vérifier que le seuil d'isolement des accumulateurs retenu dans les procédures de conduite prévient le risque d'injection d'azote dans le circuit primaire pour les études de défaillance de cause commune des tableaux électriques 6,6 kV secourus avec une fuite aux joints des groupes motopompes primaires inférieure à 2 tonnes par pompe et par heure en prenant en compte une valeur enveloppe du délai d'action de l'opérateur à l'atteinte du seuil d'isolement et le temps de fermeture des vannes d'isolement ainsi que l'incertitude de mesure de la pression primaire.

B.3. Réévaluation de la sûreté de la piscine de désactivation

B.3.1. Objectifs de sûreté

EDF a retenu comme objectif de sûreté de « rendre le découvrément des assemblages de combustible en piscine d'entreposage lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement extrêmement improbable » [6]. L'ASN note que l'objectif retenu par EDF ne permet pas de répondre totalement à l'objectif du quatrième réexamen

périodique, rappelé par l'ASN [5], à savoir que « des études de réévaluation de la sûreté de ces piscines doivent être conduites au regard des objectifs de sûreté applicables aux nouveaux réacteurs et la possibilité d'étendre la durée du fonctionnement des réacteurs devra être examinée au regard de « l'élimination pratique » du risque de fusion du combustible dans le bâtiment du combustible ». En effet, l'instruction a mis en évidence des situations susceptibles de mener à une fusion du combustible dans le bâtiment du combustible, qui ne sont associées ni à une vidange accidentelle, ni à une perte de refroidissement. EDF s'est engagée à transmettre la liste des situations susceptibles de mener à une fusion de combustible dans le bâtiment du combustible et à justifier que :

- soit ces situations sont extrêmement improbables ;
- soit la cinétique des rejets est compatible avec la mise en œuvre de mesures de protection des populations.

Les accidents conduisant à des rejets importants mais différés sont susceptibles d'avoir des conséquences notables sur l'environnement et les personnes. Pour ces situations, il convient de privilégier une démarche de défense en profondeur et rechercher d'une part des dispositions pour les prévenir, d'autre part des dispositions pour limiter leurs conséquences. Il convient donc qu'EDF étudie également ces situations.

Demande B.3.1 : Je vous demande, pour toutes les situations menant à des rejets importants mais différés, de définir, au plus tard le 30 juin 2021, les dispositions de prévention permettant de rendre ce risque extrêmement improbable avec un haut niveau de confiance, et d'étudier, au titre de la défense en profondeur, les dispositions à mettre en œuvre pour limiter les conséquences de ces situations.

B.3.2. Prévention et maîtrise des incidents et accidents affectant les assemblages de combustible entreposés ou manutentionnés

Risque de cavitation du « PTR bis »

EDF a prévu dans le cadre du quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe de déployer un moyen supplémentaire et diversifié du système PTR, dit « PTR bis », qui permet, en cas de perte du système PTR, la reprise du refroidissement de la piscine d'entreposage en circuit fermé, le cas échéant après une phase de gestion de l'accident avec ébullition de l'eau de la piscine d'entreposage et appoints en eau pour compenser la perte de niveau due à cette ébullition.

Dans le cadre de l'expertise relative aux piscines d'entreposage du combustible, EDF a recherché des dispositions garantissant la capacité du « PTR bis » à démarrer et fonctionner lorsque l'eau de la piscine d'entreposage du combustible usé est en situation d'ébullition (absence de cavitation et d'aspiration d'air). L'analyse d'EDF a porté sur la faisabilité d'un agencement particulier des assemblages de faible puissance résiduelle à proximité de l'aspiration du PTR en piscine. L'ASN considère que, au-delà des éléments présentés dans cette analyse, EDF doit prévenir le risque de cavitation de la pompe du « PTR bis ».

Demande B.3.2.a : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2022, d'étudier la conception de dispositions permettant de prévenir le risque de cavitation de la pompe du PTR bis et, ainsi, garantir la capacité du « PTR bis » à démarrer lorsque l'eau de la piscine d'entreposage du combustible usé est en situation d'ébullition.

Vous me transmettez à cette même échéance cette étude et le calendrier de mise en œuvre associé.

La transposition des conditions de fonctionnement « *Plant Condition Categories* » du réacteur EPR de Flamanville (PCC EPR) aux piscines d'entreposage du combustible des réacteurs de 900 MWe fait l'objet de la prescription [PISC-B] de la décision [1].

EDF a proposé des règles d'étude des situations issues de la transposition des PCC EPR aux piscines d'entreposage du combustible des réacteurs de 900 MWe, notamment en ce qui concerne : le classement des matériels et systèmes utilisés lors du transitoire, la définition et la prise en compte de l'aggravant, les modalités du cumul avec un MDTE et les délais à considérer avant la première intervention des opérateurs. Ces règles d'étude devront figurer dans le chapitre dédié du rapport de sûreté créé en application de la prescription [PISC-B] de la décision [1], en intégrant les demandes B.3.2.b. et B.3.2.c. ci-après.

Demande B.3.2.b : Je vous demande d'intégrer, aux règles d'études mentionnées dans le chapitre dédié du rapport de sûreté créé en application de la prescription [PISC-B] de la décision [1], les éléments suivants :

- les matériels valorisés dans les études de ce chapitre relèvent d'un classement de sûreté. La valorisation, pour les accidents à cinétique lente ou dans la phase long terme de l'accident, de matériels qui ne font pas l'objet d'un classement de sûreté doit rester exceptionnelle et être justifiée ;
- les matériels valorisés dans les études de ce chapitre font l'objet d'exigences de surveillance et de suivi en exploitation suffisantes, en regard du rôle de ces matériels dans la démonstration de sûreté ;
- des moyens mobiles peuvent être valorisés dans les études de ce chapitre, sous réserve qu'ils répondent à des règles de conception et de fabrication adaptées et fassent l'objet de vérifications périodiques ainsi que d'exigences de suivi en exploitation ;
- l'absence de prise en compte, dans les études de ce chapitre, d'un aggravant lié à une défaillance passive sur les circuits connectés à la piscine d'entreposage du combustible doit être justifiée⁴ ;
- les situations affectant la piscine d'entreposage du combustible, pouvant être induites par la défaillance, en cas de séisme, d'un équipement non classé sismique, sont étudiées en tenant compte simultanément des effets induits par ce séisme, du MDTE et de l'aggravant le plus pénalisant.

Pour la réévaluation de la sûreté de la piscine d'entreposage du combustible, EDF a énoncé des exigences de sûreté à respecter, mais ne les a pas déclinées en critères à respecter, notamment pour la transposition des PCC EPR. L'ASN souligne que des critères d'acceptation, fixant des limites quantitatives à respecter, sont généralement associés aux études de sûreté du rapport de sûreté. Ces critères permettent à la fois de garantir les exigences de sûreté à respecter et de simplifier les études. L'ASN considère qu'EDF doit définir de tels critères pour la vérification du respect des exigences de sûreté de non-découvrement des assemblages et de reprise du refroidissement en boucle fermée.

Demande B.3.2.c : Je vous demande de présenter, dans le chapitre dédié du rapport de sûreté créé en application de la prescription [PISC-B] de la décision [1], les critères d'acceptation des études de ce chapitre, découlant des exigences de sûreté.

Dans ses études des situations issues de la transposition des PCC EPR aux piscines d'entreposage du combustible des réacteurs de 900 MWe, EDF prend en compte pour les actions des opérateurs les délais

⁴ Cette justification pourra s'appuyer sur :

- une analyse des conséquences de la défaillance passive enveloppe (sur le système PTR ou les moyens d'appoint) réalisée avec des hypothèses réalistes, afin de vérifier l'absence d'effet falaise ;
- d'éventuelles dispositions de détection des fuites appropriées.

conventionnels des études d'accident retenus pour les réacteurs en fonctionnement. L'ASN considère que cette démarche est cohérente avec la demande formulée dans le courrier en référence [5] « *d'évaluer le comportement des réacteurs du parc en exploitation pour les conditions de fonctionnement (PCC2 à 4) pertinentes, non prises en compte à la conception, mais retenues pour la conception du réacteur EPR, en appliquant les règles d'études du domaine de dimensionnement* ». Toutefois, compte tenu de l'objectif d'élimination pratique du risque de fusion du combustible dans le bâtiment du combustible, l'ASN considère nécessaire de vérifier l'absence d'effet falaise en cas de prise en compte de délais opérateurs accrus (valeurs retenues pour le réacteur EPR de Flamanville), ainsi que pour d'autres situations allant au-delà des études retenues dans la démonstration de sûreté.

Demande B.3.2.d : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2025, de vérifier l'absence d'effet falaise :

- pour les brèches non isolables en amont du deuxième organe d'isolement et les « ruptures » du tube de transfert ;
- pour les conditions de fonctionnement résultant du I de la prescription [PISC-B], en considérant le cumul du manque de tension externe ;
- pour les conditions de fonctionnement résultant du I de la prescription [PISC-B], en considérant des délais opérateurs accrus (valeurs retenues pour le réacteur EPR de Flamanville).

B.3.3. Protection des systèmes de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible contre les agressions d'origine interne, hors chute d'emballages

Risque lié à l'incendie

L'éclairage apporté par les études probabilistes de sûreté confirme l'importance des modifications prévues par EDF (dossier PNPPi949) consistant en la mise en place d'un écran de protection résistant aux flammes entre les deux pompes du système de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. En effet, cette modification permet de réduire de moitié le risque de découvrage des assemblages de combustible en piscine d'entreposage en cas d'incendie. EDF devra préciser les caractéristiques techniques de cet écran (dimensions, matériau constitutif, résistance au feu, emplacement précis...) ainsi que la résistance des deux pompes du système de refroidissement aux fumées dégagées par un incendie. L'écran devra également être résistant au séisme majoré de sécurité (SMS), ce à quoi EDF s'est engagée.

Demande B.3.3.a : Je vous demande de préciser, au plus tard le 31 décembre 2021, concernant la modification PNPPi949, les caractéristiques techniques de l'écran de protection résistant aux flammes que vous avez prévu de mettre en place entre les deux pompes du système de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible (dimensions, matériau constitutif, résistance au feu, emplacement précis...), ainsi que les exigences de résistance des deux pompes du système PTR aux fumées dégagées par un incendie. Vous devrez également préciser les dispositions permettant la résistance au séisme majoré de sécurité (SMS) de l'écran, ainsi que le maintien des performances de l'écran suite à un SMS.

Risque lié à l'explosion

EDF valorise le nouveau circuit d'injection SEG en cas de perte de refroidissement du système PTR consécutive à une explosion d'origine interne survenant dans un groupe de locaux du bâtiment des auxiliaires nucléaires. L'ASN considère que ce circuit doit disposer d'exigences adaptées à son rôle en cas de perte de refroidissement de la piscine consécutive à une explosion.

Risque lié à l'inondation d'origine interne et à la défaillance de tuyauteries à haute énergie (RTHE)

Concernant les fuites isolables de taille conventionnelle conduisant à une vidange de la piscine d'entreposage du combustible, l'ASN considère que, en cas de fuite dans le local qui contient la vanne d'isolement PTR 001 VB, l'isolement de la fuite par manœuvre en manuel de cette vanne n'est pas garanti du fait du risque d'aspersion de l'opérateur et du niveau d'eau dans le local qui pourrait rendre la vanne non manœuvrable. Dans ce cas, bien que la fuite soit compensable par les moyens d'appoint, l'inondation des locaux perdurerait.

Demande B.3.3.b : Je vous demande de réaliser périodiquement un contrôle renforcé de la portion de tuyauterie se situant dans le local contenant la vanne d'isolement PTR 001 VB et en aval de cette dernière, afin de pouvoir détecter l'apparition de tout mode d'endommagement. Vous me remettrez votre programme de contrôle au plus tard le 31 décembre 2021.

B.3.4. Risques associés à la manutention des emballages de transport du combustible

Chute dans la fosse de chargement

À l'issue de ses études, EDF conclut à l'absence de conséquences d'une chute d'un emballage de transport du combustible dans la fosse de chargement, sur les éléments structuraux de la piscine d'entreposage du combustible pour les réacteurs de 900 MWe. Toutefois, pour les réacteurs de type CPY, ces études ne prennent pas en compte la situation pourtant prévue en exploitation de présence d'eau dans cette fosse. Or, une chute d'emballage en présence d'eau dans la fosse de chargement est susceptible de générer une surpression sur les voiles participant au supportage du liner de la piscine. L'ASN considère ainsi que le risque de dommages susceptibles de conduire à une vidange de la piscine du bâtiment du combustible des réacteurs de 900 MWe de type CPY ne peut pas être écarté.

Demande B.3.4.a : Je vous demande de transmettre au plus tard le 31 décembre 2022, la démonstration de la résistance des voiles entre la fosse de chargement et la piscine des réacteurs de 900 MWe de type CPY (notamment au niveau de la porte de séparation) en cas de chute d'emballage, en tenant compte de l'influence des surpressions associées à la présence d'eau dans la fosse.

Dispositifs amortisseurs d'une chute d'emballage pour la centrale nucléaire du Bugey

À la demande de l'ASN (prescription [ECS-21] de la décision [7]), EDF a étudié les conséquences d'un accident de chute d'emballage de transport de combustible usé et les dispositions complémentaires envisageables pour prévenir ou limiter les conséquences de cette chute. En réponse à cette prescription, EDF a présenté les dispositions qu'elle prévoit de mettre en place dans les bâtiments du combustible des réacteurs du Bugey, afin qu'une telle chute, si elle survenait, ne remette pas en cause l'intégrité de la piscine d'entreposage du combustible. Il s'agit, pour la fosse de chargement, de l'installation d'un amortisseur hydraulique et, pour la trémie de manutention, d'un absorbeur de choc amovible. Ces dispositions sont valorisées dans les études d'accident de chute d'un emballage de transport de combustible usé présentées par EDF dans le cadre du réexamen.

Demande B.3.4.b : Je vous demande de mettre en place, pour les réacteurs du Bugey, au plus tard le 31 décembre 2022, les dispositifs amortisseurs d'une chute d'emballage de transport de combustible usé dans la fosse de chargement et dans la trémie de manutention des bâtiments du combustible, que vous avez définis en réponse à la prescription technique [ECS-21].

Risques liés aux phénomènes pouvant se produire dans l'emballage chuté

En cas de chute d'un emballage lors de sa manipulation entre la fosse de chargement et la fosse de préparation pour les réacteurs de type CPY (ou entre la fosse de chargement et la trémie de manutention pour les réacteurs de type CP0), l'immobilisation prolongée de l'emballage dans des conditions d'échanges thermiques dégradés pourrait conduire à l'ébullition de l'eau qui est présente dans sa cavité. Pour les réacteurs de type CPY, le début du dénoyage des crayons de combustible interviendrait au bout d'une vingtaine d'heures et aboutirait, après environ 100 h, au dénoyage complet des cavités de l'emballage. Le dénoyage des crayons conduit à une oxydation de leur gaine qui produit de l'hydrogène. À l'issue de cette phase de l'accident, la quantité d'hydrogène dans l'emballage pourrait être telle qu'une explosion pourrait se produire en cas d'entrée d'air par l'orifice d'évent (suite, par exemple, à la dépressurisation qui serait associée à un refroidissement de l'emballage par une amélioration des conditions d'échanges ou par des actions humaines). EDF n'a pas démontré que les opérateurs seraient en capacité d'assurer le refroidissement des assemblages avant l'assèchement de la cavité de l'emballage chuté

Demande B.3.4.c : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2023, de définir des moyens permettant de restaurer le refroidissement des assemblages avant l'assèchement de l'emballage. Vous proposerez dans le même délai un calendrier de mise en œuvre associé.

Les calculs de conséquences radiologiques effectués par EDF ne considèrent que le cas d'une chute d'emballage de transport du combustible dans la fosse de chargement. Les conséquences radiologiques en cas de chute de l'emballage dans la trémie de manutention, en situation de trémie ouverte, n'ont pas été étudiées par EDF. Or, le risque de dispersion de radionucléides le plus important est porté par la phase de manutention dans la trémie qui constitue le point de chute le plus élevé. A ce sujet, l'ASN a déjà formulé une demande pour les centrales de 1300 MWe au sujet du confinement dynamique du bâtiment du combustible en situation de trémie ouverte.

Demande B.3.4.d. : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2025 :

- **d'identifier et de caractériser les sources potentielles d'inétanchéité du bâtiment du combustible des réacteurs de 900 MWe lorsque la trémie de manutention des emballages de combustible est ouverte et d'étudier les moyens de limiter ces sources en nombre et en débit ;**
- **d'étudier la possibilité d'améliorer le confinement dynamique du bâtiment du combustible lorsque la trémie de manutention des emballages de combustible est ouverte.**

B.4. Réévaluation des conséquences radiologiques sans fusion du cœur

L'accident de rupture de tube de générateur de vapeur de quatrième catégorie est l'accident du domaine de dimensionnement qui présente le plus de rejet dans l'environnement. Il conduit, pour certains réacteurs, à des doses supérieures aux valeurs repères mentionnées dans le code de la santé publique.

L'ASN considère qu'EDF doit encore poursuivre ses efforts pour réduire les conséquences radiologiques de l'accident de rupture de tube de générateur de vapeur, notamment en matière de conduite, de modification matérielle et de modalité d'exploitation, dans la mesure où celles-ci pourraient conduire à la mise en œuvre de mesures de protection.

B.5. Réévaluation des études d'accident avec fusion du cœur

Evacuation de l'eau dans le local RIC des réacteurs du Bugey

Pour le local d'instrumentation du cœur (RIC) des réacteurs de la centrale nucléaire du Bugey, la maîtrise de l'étalement à sec du corium dans ce local repose sur un clapet anti-retour, installé sur le drain du système de purges, événements et exhaures nucléaires (RPE), qui a pour fonction d'évacuer l'eau présente dans

le local et d'empêcher les remontées d'eau depuis les puisards du bâtiment du réacteur. Lors du fonctionnement normal du réacteur, il n'y a pas de surveillance du niveau d'eau dans ce local. En cas de dysfonctionnement du clapet, une quantité d'eau pourrait ainsi être présente dans le local RIC, sans que l'équipe de conduite en soit informée, et serait susceptible de remettre en cause la stratégie d'étalement à sec du corium. Aussi, au regard de l'importance de ce clapet pour la maîtrise de l'étalement à sec du corium, l'ASN considère nécessaire qu'il fasse l'objet d'une surveillance renforcée pendant l'exploitation.

Demande B.5.a : Pour les réacteurs du Bugey, je vous demande d'intégrer au chapitre IX des règles générales d'exploitation, au plus tard lors de la remise du rapport de conclusion du réexamen, un essai d'étanchéité du clapet installé sur le drain du système RPE présent dans le local RIC, en complément de l'essai de libre manœuvre. La périodicité de ces deux essais devra être justifiée au regard des modes de défaillance possibles du clapet et du retour d'expérience d'exploitation associé.

Réduction des rejets par le dispositif U5 d'éventage et de filtration de l'enceinte

En ce qui concerne la réduction des rejets par la filtration U5, l'ASN note qu'EDF s'est engagée à poursuivre ses efforts de recherche et développement et à proposer le cas échéant, au plus tard en décembre 2024, un programme de déploiement d'une modification, à l'issue d'études d'industrialisation, dont le principe de filtration sera retenu à la même date.

L'ASN note que, à principe équivalent, l'efficacité d'un système de filtration peut varier de manière notable en fonction de ses modalités techniques de mise en œuvre.

Demande B.5.b : Je vous demande :

- **au plus tard le 31 décembre 2024, de me présenter l'efficacité de la filtration pour les différentes modalités techniques étudiées ;**
- **au plus tard le 31 décembre 2025, d'évaluer le gain en matière de conséquences radiologiques pour des accidents graves conduisant à l'ouverture du filtre, en tenant compte des améliorations de la filtration mentionnées à l'alinéa précédent.**

B.6. Dispositions prévues après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi

Pour montrer le caractère acceptable de la solution retenue pour l'ASG « noyau dur », EDF s'appuie sur les évaluations probabilistes de sûreté, notamment celles relatives au séisme et à l'incendie. EDF valorise dans ces évaluations probabilistes des renforcements au séisme de la turbopompe ASG et des protections de cette turbopompe contre l'incendie, en cours d'étude. À ce sujet, EDF prévoit d'étudier :

- la protection des câbles de commande de la turbopompe susceptibles d'engendrer son déclenchement en cas d'agression par un incendie ;
- la tenue et l'opérabilité au séisme « noyau dur » du groupe turbopompe (pompe, turbine, accouplement, paliers...) ;
- la tenue au séisme « noyau dur » des tuyauteries d'alimentation en vapeur en amont de la turbopompe ;
- la tenue au séisme « noyau dur » des tuyauteries d'aspiration et d'injection vers les générateurs de vapeur ;
- la qualification au séisme « noyau dur » d'un coffret électrique, pour prévenir un déclenchement intempestif de la turbopompe.

L'ASN considère qu'EDF devra présenter les conclusions de ces études et les protections et renforcements retenus, et confirmer que ces conclusions et modifications sont cohérentes avec la valorisation qu'EDF en a faite dans les EPS, ainsi que dans les justifications probabilistes de son choix

de recourir pour le « noyau dur » à des composants déjà existants du système ASG (dont une motopompe ASG).

Demande B.6.a : Je vous demande de me transmettre, au plus tard le 31 décembre 2022, les conclusions de vos études portant sur le comportement au séisme de la turbopompe ASG et des tuyauteries et coffret électrique associés, ainsi que de vos études de protection des câbles de commande de la turbopompe ASG contre l'incendie. Je vous demande de présenter les modifications éventuelles qui en découleraient, ainsi que leur calendrier de déploiement, ces modifications devant être intégrées au plus tard lors du déploiement de l'ASG « noyau dur ».

Vous vérifierez, à la même échéance, à l'aide d'une évaluation probabiliste la pertinence de votre choix de valoriser des équipements existants pour l'ASG « noyau dur ».

Certains composants du contrôle-commande et de la distribution électrique de matériels du « noyau dur » seront situés dans des volumes de feu qui s'avèrent prépondérants dans l'étude probabiliste de sûreté relative au risque d'incendie (locaux des tableaux électriques et locaux du contrôle-commande de la voie A). Ces locaux sont également prépondérants dans l'étude probabiliste de sûreté relative au risque d'inondation interne. L'ASN considère qu'EDF devrait étudier des dispositions qui permettraient de réduire les risques de fusion du cœur découlant de ce choix conception. Ceci concerne l'ASG « noyau dur ».

Demande B.6.b : Au plus tard le 31 décembre 2022, je vous demande :

- d'étudier la possibilité de mettre en place des dispositions (protection contre les agressions internes, déplacement...) permettant de réduire les risques de fusion du cœur découlant du fait que certains composants du contrôle-commande et de la distribution électrique de matériels du « noyau dur » seront situés dans des volumes de feu et des locaux qui s'avèrent prépondérants dans les études probabilistes de sûreté relatives aux risques d'incendie et d'inondation interne (locaux des tableaux électriques et locaux du contrôle-commande de la voie A) ;
- de présenter les conclusions de cette étude, ainsi qu'un échéancier de mise en œuvre de ces éventuelles dispositions, qui doivent être intégrées au plus tard lors du déploiement de l'ASG « noyau dur ».

EDF a prévu de mettre en œuvre pour le « noyau dur » des redresseurs et des inverseurs basse tension conçus sur la base d'équipements éprouvés, utilisés actuellement sur certains de ses réacteurs.

Demande B.6.c : Au plus tard le 31 décembre 2021, je vous demande de vérifier que la fiabilité de ces équipements est compatible avec celle attendue pour le « noyau dur », compte tenu du retour d'expérience des redresseurs et inverseurs utilisés actuellement sur certains de vos réacteurs.

B.7. Réévaluation de la sûreté des bâtiments des auxiliaires de conditionnement et de traitement des déchets (BAC/BANG)

B.7.1. Objectif de sûreté

L'objectif de sûreté retenu par EDF pour les bâtiments des auxiliaires de conditionnement et de traitement des déchets est l'absence de mise en œuvre de mesure de protection de la population. Pour la phase court terme, EDF retient la valeur repère de 10 mSv mentionnée à l'article D. 1333-84 du code de la santé publique.

Compte tenu du terme source présent dans ces bâtiments, l'ASN considère que ces objectifs ne sont pas assez ambitieux.

Demande B.7.1 : Je vous demande, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, de revoir vos objectifs de sûreté pour les bâtiments des auxiliaires de conditionnement et de traitement des déchets, en proposant un objectif plus ambitieux.

B.7.2. Dissémination de substances radiologiques

Les études réalisées par EDF concluent que les locaux non raccordés au bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN), dont les bâtiments des auxiliaires de conditionnement et de traitement des déchets (BAC/BANG), ne sont pas susceptibles de générer des disséminations de substances radiologiques en fonctionnement normal et incidentel, et donc qu'aucun élément important pour la protection des intérêts (EIPi) n'a été identifié.

L'ASN rappelle que, lors d'un événement survenu en septembre 2019 dans la centrale nucléaire du Bugey, une mesure réalisée sur le filtre de la cheminée du BANG a mis en exergue un dépassement de la limite de rejet gazeux en cobalt 60. Des contaminations de travailleurs ont par ailleurs eu lieu à la suite d'opérations réalisées dans le local de la presse à compacter (événements survenus en décembre 2015 sur le site de Golfech). Aussi, le retour d'expérience montre que les activités réalisées dans les BAC des réacteurs de type CPY et le BANG de la centrale nucléaire du Bugey peuvent conduire à des disséminations de substances radiologiques, en fonctionnement normal ou incidentel.

Demande B.7.2.a : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2022, de prendre position sur la nécessité de classer comme élément pour la protection des intérêts le couvercle « confinant » des coques, le filtre THE du réseau de ventilation avant rejet, la ventilation de la presse à compacter, et les dispositifs de mesure des rejets en cheminée (système KRT) et, le cas échéant, de définir les exigences associées pour garantir le confinement des substances radioactives en fonctionnement normal et incidentel (en particulier en cas d'arrêt de la ventilation). Je vous demande sous la même échéance de justifier que les dispositions retenues (contrôles, essais...) permettent de garantir le respect de ces exigences.

La seule situation incidentelle (hors agression) retenue par EDF correspond à la chute d'une coque. Aucune autre situation incidentelle n'a été retenue alors que des scénarios de perte de la première barrière de confinement lors des opérations de broyage, de découpe et de compactage, sont susceptibles d'avoir des conséquences sur les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement.

Demande B.7.2.b : Je vous demande, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, de mettre à jour l'analyse de sûreté des BAC des réacteurs de type CPY, du BANG de la centrale nucléaire du Bugey et des BTE des autres réacteurs en y incluant une situation incidentelle enveloppe par type d'opération réalisée (compactage de déchets, broyage...). Vous démontrerez que les dispositions retenues pour chacune d'elles permettent de limiter les risques d'une dissémination de substances radioactives pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement.

De plus, je vous demande, d'identifier les opérations de manutention réalisées pour l'ensemble des déchets et de réaliser une analyse des risques pour chaque type d'opération de manutention. Cette dernière devra inclure l'identification des cibles potentielles et des situations incidentelles ou accidentelles, et la définition des dispositions associées de prévention et de limitation des conséquences.

Pour les agressions, l'ASN considère que la démonstration de maîtrise des risques liés à l'incendie n'est pas satisfaisante. En particulier, les mesures de prévention d'un incendie généralisé des BAC des réacteurs de type CPY et du BANG de la centrale nucléaire du Bugey ne sont pas suffisamment développées.

Demande B.7.2.c : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2025, de justifier le dimensionnement des deux zones de feu (zone d'entreposage des fûts de déchets et zone de conditionnement des déchets), afin de prévenir un incendie généralisé. Je vous demande sous la même échéance de justifier le caractère suffisant et l'efficacité des systèmes d'extinction en place, notamment au regard de la stabilité des bâtiments en cas d'incendie.

De plus, les études des conséquences radiologiques sont basées sur des hypothèses dont la justification du caractère « enveloppe » n'est pas apportée.

Demande B.7.2.d : Je vous demande, au plus tard le 31 décembre 2025, de justifier le caractère enveloppe des hypothèses (inventaire physique et radiologique, coefficients utilisés...) associées au scénario d'incendie retenu. En particulier, vous justifierez le coefficient de mise en suspension pour les résines échangeuses d'ions, représentant la fraction d'activité mobilisable en cas d'incendie.

Certaines zones concernées par un risque d'explosion ne sont pas mentionnées dans l'analyse de sûreté des BAC des réacteurs de type CPY et du BANG de la centrale nucléaire du Bugey. C'est le cas par exemple de la presse à compacter, alors même que des phénomènes de type « éclatement » se sont d'ores et déjà produits.

Demande B.7.2.e : Je vous demande, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, d'identifier l'ensemble des zones susceptibles d'être concernées par un risque d'éclatement et d'analyser les situations incidentelles ou accidentelles pouvant s'y produire ainsi que les dispositions permettant de gérer ces situations. Je vous demande d'identifier et de localiser les EIP à protéger des effets de ces éclatements.

Le scénario accidentel enveloppe retenu pour les BAC des réacteurs de type CPY et du BANG de la centrale nucléaire du Bugey est l'incendie. Ce type de scénario pourrait avoir pour origine une agression liée à la foudre.

Demande B.7.2.f : Je vous demande de vérifier, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, que les dispositifs mis en place sur le BANG de la centrale nucléaire du Bugey, sur les BAC des réacteurs de type CPY et les BTE des autres réacteurs permettent d'éviter qu'un impact de foudre soit à l'origine d'un incendie.

EDF n'a pas vérifié la stabilité des BAC des réacteurs de type CPY et du BANG de la centrale nucléaire du Bugey en cas de neige ou de vent.

Demande B.7.2.g : Je vous demande, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, d'évaluer la tenue des structures du BANG de la centrale nucléaire du Bugey, des BAC des réacteurs de types CPY et des BTE des autres réacteurs, aux chargements associés à la neige et au vent, et de réaliser, le cas échéant, les travaux nécessaires.

Vous considérez que seuls les systèmes définis comme des éléments importants pour la protection des intérêts relatifs à la sûreté (EIPS) qui assurent ou participent au confinement des substances radioactives, doivent être protégés ou vérifiés aux températures du référentiel « grand chaud ». Dans ce cadre, vous devez confirmer la tenue aux grands chauds du système DVB (ventilation) spécifique au BANG de la

centrale nucléaire du Bugey. Par ailleurs, l'ASN considère nécessaire le maintien des mesures des rejets en cheminée (chaîne KRT) en cas de grand chaud.

Demande B.7.2.h : Je vous demande, dans le cadre des prochaines phases génériques des réexamens périodiques de vos réacteurs, d'évaluer la tenue du système DVB du BANG de la centrale nucléaire du Bugey et des dispositifs de mesure de rejets en cheminée (chaîne KRT) du BAC des réacteurs CPY et du BANG de la centrale nucléaire du Bugey, aux températures du référentiel « grand chaud ». Le cas échéant, vous identifierez les modifications nécessaires pour que ces dispositifs restent opérationnels en cas de « grands chauds » et vous proposerez un calendrier de mise en œuvre.

B.8. Capacité des opérateurs à réaliser les actions de conduite en situation accidentelle, d'accident grave ou d'agression

Hypothèses de calcul de dose relatives à l'exposition des travailleurs

Les demandes formulées dans le courrier en référence [8], notamment en ce qui concerne les hypothèses à retenir pour calculer la dose et la durée d'exposition des travailleurs en situation accidentelle, d'accident grave ou d'agression, doivent s'appliquer aux études du réexamen.

Demande B.8.a : Je vous demande, dans le cadre de votre réponse à la prescription [FOH-B] de la décision [1], de prendre en compte les hypothèses mentionnées dans le courrier [8].

Optimisation de l'exposition des travailleurs

L'étude de l'accessibilité des locaux doit tenir compte, du point de vue de la radioprotection, des dispositions de l'article R.4451-104 du code du travail, qui implique les trois étapes suivantes :

- dans le respect du principe d'optimisation mentionné au 2° de l'article L. 1333-2 du code de la santé publique, des moyens doivent être mis en œuvre pour maintenir, dans la mesure du possible, l'exposition des travailleurs intervenant en situation d'urgence radiologique en dessous des valeurs limites d'exposition professionnelle fixées au 1° de l'article R. 4451-6 ;
- lorsque, en raison des conditions d'intervention les valeurs limites d'exposition professionnelle ne peuvent être respectées, malgré la mise en œuvre des mesures d'optimisation, l'exposition des travailleurs doit être maintenue en dessous du niveau de référence fixé au I de l'article R. 4451-11 ;
- dans des situations exceptionnelles, pour sauver des vies, empêcher de graves effets sanitaires radio-induits ou empêcher l'apparition de situations catastrophiques, l'exposition individuelle du travailleur concerné doit demeurer en dessous du niveau de référence fixé au II de l'article R. 4451-11.

L'analyse d'accessibilité présentée par EDF est incomplète dans la mesure où, contrairement aux dispositions de l'article R.4451-104 du code du travail, elle ne présente aucun élément démontrant une optimisation des doses, ni la recherche du maintien de l'exposition des travailleurs en dessous des valeurs limites d'exposition professionnelles. Cette analyse d'accessibilité est ainsi limitée à la comparaison de la dosimétrie associée à la réalisation des actions avec les niveaux de référence mentionnés à l'article R. 4451-11 du code du travail.

L'article R.4451-104 du code du travail implique que l'optimisation de l'exposition des travailleurs soit prise en compte dans le cadre de la préparation aux situations incidentelles et accidentelles ; celle-ci ne peut reposer sur les seuls intervenants qui seraient présents au moment de l'accident.

Demande B.8.b : Je vous demande de compléter, au plus tard le 31 décembre 2023, vos études d'accessibilité en précisant les dispositions permettant de justifier l'optimisation de l'exposition de travailleurs en situation d'urgence radiologique.

C. Risques non radiologiques

L'étude de danger est mise à jour pour chaque site à l'occasion du réexamen périodique. Il est possible que des éléments contenus dans cette mise à jour impactent le chapitre du rapport de sûreté correspondant.

Demande C : Je vous demande, à l'issue de la mise à jour de l'étude de danger réalisée pour le réexamen, d'indiquer si les conclusions mentionnées dans le chapitre correspondant du rapport de sûreté doivent évoluer. Le cas échéant, je vous demande de mettre à jour le rapport de sûreté.

D. Facteurs organisationnels et humains

Prise en compte des dimensions organisationnelles et humaines dans la conception des modifications

EDF a défini et déployé des dispositions organisationnelles de nature à améliorer la prise en compte des spécificités des sites, l'élaboration de la documentation opérationnelle, la planification des activités de conception et de réalisation, et la capitalisation des enseignements du retour d'expérience issu du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe. Toutefois, l'ASN constate que ces dispositifs, qui reposent sur une démultiplication des entités et des interfaces organisationnelles et sur un mouvement de mutualisation des acteurs et des moyens, conduisent à un accroissement de la complexité de l'organisation d'EDF.

Lors des inspections qu'elle a menées pour évaluer le fonctionnement réel de cette organisation, l'ASN a constaté un ensemble de points de fragilité qui apparaissent liés à cette complexité organisationnelle :

- une prise en compte encore trop tardive des spécificités des sites dans le processus de conception qui ne permet pas la remise en cause d'hypothèses de conception lorsque cela s'avère nécessaire ;
- une réduction des capacités de récupération, par le personnel de la centrale, d'erreurs dans la documentation opérationnelle associée aux modifications ;
- une analyse du retour d'expérience effectuée à l'échelle de chaque modification sans capitalisation globale des enseignements tirés du déploiement de l'ensemble des modifications sur le site du Tricastin sur lequel a été réalisée la première visite décennale.

En conséquence, l'ASN considère qu'EDF devra en particulier étudier les effets de l'accroissement de la complexité de son organisation sur l'efficacité de son processus de conception et de réalisation des modifications de ses installations. Elle devra évaluer le caractère adapté des dispositions organisationnelles retenues lors du déploiement des modifications des installations au fur et à mesure de leur réalisation sur les sites.

Demande D : Je vous demande d'évaluer, au plus tard le 31 décembre 2023, les effets de l'accroissement de la complexité de votre organisation sur l'efficacité de votre processus de conception et de réalisation des modifications, notamment en termes de capacité à :

- prendre en compte les spécificités des sites ;
- permettre la récupération d'erreurs par le personnel des sites ;
- capitaliser et diffuser les enseignements du retour d'expérience.

Références :

- [1] Décision n° 2021-DC-0706 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 23 février 2021 fixant à la société Électricité de France (EDF) les prescriptions applicables aux réacteurs des centrales nucléaires du Blayais (INB n° 86 et n° 110), du Bugey (INB n° 78 et n° 89), de Chinon (INB n° 107 et n° 132), de Cruas (INB n° 111 et n° 112), de Dampierre-en-Burly (INB n° 84 et n° 85), de Gravelines (INB n° 96, n° 97 et n° 122), de Saint-Laurent-des-Eaux (INB n° 100) et du Tricastin (INB n° 87 et n° 88) au vu des conclusions de la phase générique de leur quatrième réexamen périodique
- [2] Lettre de l'ASN référencée CODEP-DCN-2021-009580 du 23 février 2021 : Réacteurs électronucléaires – EDF – Position de l'ASN sur la phase générique du quatrième réexamen périodique
- [3] Lettre de l'ASN référencée CODEP-DCN-2016-007286 du 20 avril 2016 : Orientations génériques du réexamen périodique associé aux quatrième visites décennales des réacteurs de 900 MWe d'EDF (VD4-900)
- [4] Rapport NUREG CR-6224 d'octobre 1995 : « Parametric study of the potential for BWR ECCS strainer blockage due to LOCA generated debris »
- [5] Lettre ASN - CODEP-DCN-2013-013464 du 28 juin 2013 : « Programme générique proposé par EDF pour la poursuite du fonctionnement des réacteurs en exploitation au-delà de leur quatrième réexamen de sûreté »
- [6] Note EDF/DIPDE – D455617307787 ind. B du 5 septembre 2018 : « Note de réponse aux objectifs du quatrième réexamen périodique du palier 900 MWe »
- [7] Décision n° 2012-DC-0276 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 du Bugey (Ain) au vu des conclusions des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) des INB n° 78 et 89
- [8] Lettre de l'ASN référencée CODEP-DCN-2019-003198 du 20 juin 2019 : Réacteurs électronucléaires – EDF – Faisabilité, en termes de radioprotection, de la conduite accidentelle
- [9] Guide de l'ASN n° 22 du 18 juillet 2017 relatif à la conception des réacteurs à eau sous pression
- [10] Lettre de l'ASN référencée CODEP-DCN-2021-007672 du 26 février 2021 : Vérification de la conformité des réacteurs de 900 MWe pour leur quatrième réexamen périodique (RP4 900)
- [11] Lettre de l'ASN référencée CODEP-DCN-2021-007693 du 26 février 2021 : Maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence dans le cadre des quatrième réexamens périodiques
- [12] Lettre de position de l'ASN référencée CODEP-DEP-2018-058304 du 28 février 2019 : Tenue en service de la zone de cœur des cuves des réacteurs de 900 MWe pendant la période de 10 ans suivant leur quatrième visite décennale
- [13] Lettre de position de l'ASN référencée CODEP-DEP-2019-025552 du 19 juillet 2019 : Vieillesse et tenue en service des coudes moulés du circuit primaire principal des réacteurs de 900 MWe
- [14] Lettre de position de l'ASN référencée CODEP-DEP-2019-053770 du 28 janvier 2020 : Mise à jour des dossiers de référence réglementaires dans le cadre de la poursuite de fonctionnement au-delà des quatrième visites décennales des réacteurs de 900 MWe
- [15] Lettre de position de l'ASN référencée CODEP-DEP-2019-046852 du 3 janvier 2020 : Tenue en service de la zone de cœur des cuves des réacteurs de 900 MWe pendant la période de dix ans suivant leur quatrième visite décennale hors Fessenheim
- [16] Lettre de position de l'ASN référencée CODEP-DEP-2020-045660 du 7 décembre 2020 : Tenue en service de la zone de cœur des cuves des réacteurs de 900 MWe pendant la période de dix ans suivant leur quatrième visite décennale hors Fessenheim