

Référence courrier :
CODEP-DCN-2024-072385

EDF/DPN
Monsieur le Directeur
Division Production Nucléaire
EDF
Site Cap Ampère – 1 place Pleyel
93 282 SAINT-DENIS CEDEX

Montrouge, le 30 décembre 2024

Objet : Réacteurs électronucléaires - EDF – Quatrième réexamen périodique de sûreté des réacteurs de 1300 MWe et de 900 MWe – Troisième réexamen périodique de sûreté des réacteurs de 1450 MWe - Dispositions du Noyau Dur Post-Fukushima

Références : Voir en annexe 1

Monsieur le directeur,

À la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN vous a prescrit, par décision citée en référence [1], de réaliser des évaluations complémentaires de sûreté afin d'étudier le comportement des installations nucléaires pour des situations allant au-delà de celles retenues jusqu'alors dans la démonstration de sûreté. À l'issue de ces évaluations complémentaires de sûreté, l'ASN vous a prescrit, par un ensemble de décisions en date du 26 juin 2012 [2], de lui proposer la mise en place de dispositions matérielles et organisationnelles robustes (« noyau dur ») visant, pour les situations extrêmes étudiées, à :

- a) prévenir un accident avec fusion du combustible ou en limiter la progression,
- b) limiter les rejets radioactifs massifs,
- c) permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

Vos propositions, relatives au Noyau Dur et aux situations qu'il devait être en mesure de gérer, ont été examinées dans le cadre de la réunion du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires des 13 et 20 décembre 2012. À la suite de cette réunion, l'ASN a précisé, par un ensemble de décisions en date du 21 janvier 2014 [3], ses définitions des situations « noyau dur », ainsi que ses demandes relatives à la conception du noyau dur via les prescriptions techniques PT-ECS-ND.

Ensuite, votre démarche générale de conception du Noyau Dur été examinée par l'ASN et a fait l'objet de la lettre du 19 décembre 2018 [19]. Les dispositions Noyau Dur pour la gestion des accidents avec fusion du cœur ont été examinées lors de la réunion du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires du 7 juillet 2016 puis ont fait l'objet de la lettre du 19 juillet 2017 [20]. Enfin, les stratégies de conduite des dispositions Noyau Dur pour la prévention de la fusion du cœur en réacteur et en piscine ont été examinées lors de la réunion du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires du 2 février 2017 et ont fait l'objet de la lettre du 14 avril 2019 [21].

En parallèle, vous avez commencé le déploiement des dispositions Noyau Dur sur les centrales nucléaires que vous exploitez et au travers de la Force d'Action rapide du Nucléaire (FARN), avec un achèvement prévu, pour les réacteurs de 900 MWe et de 1300 MWe, dans le cadre de leur quatrième réexamen de sûreté, et pour les réacteurs 1450 MWe, dans le cadre de leur troisième réexamen de sûreté. Le déploiement des dispositions Noyau Dur sur les réacteurs de 900 MWe a fait l'objet de certaines prescriptions techniques de la décision ASN de février 2021 [4], ainsi que de certaines demandes par la lettre du 4 mars 2021 [22], relatives à la phase générique de leur quatrième réexamen périodique.

Pour les réacteurs de 1300 MWe, vous avez fourni, de manière anticipée par rapport à la déclaration des modifications déployées dans le cadre de leurs quatrième réexamens de sûreté, des éléments réactualisés concernant le périmètre et les exigences de conception du Noyau Dur, ainsi que les principes de conduite des dispositions Noyau Dur pour la prévention de la fusion du cœur en réacteur et en piscine. Pour les réacteurs de 900 MWe, vous avez fourni entre autres une évolution de votre note de synthèse de conception du Noyau Dur en mars 2022 et une mise à jour de votre liste des systèmes, structures et composants du noyau dur en décembre 2021.

Sur la base de ces éléments et des engagements que vous avez pris au cours de leur instruction [5], l'ASN formule en annexe des demandes relatives aux dispositions Noyau Dur pour les réacteurs de 900 MWe et de 1300 MWe.

Les demandes de l'ASN en annexe du présent courrier abordent successivement les sujets relatifs :

- 1) aux listes des Systèmes, Structures et Composants du noyau dur (SSC-ND),
- 2) aux exigences relatives aux dispositions Noyau Dur figurant dans les rapports de sûreté,
- 3) aux études d'accessibilité en situations « noyau dur »,
- 4) aux évolutions du chapitre VI des règles générales d'exploitation associées à la conduite des situations noyau dur.

L'ASN formulera prochainement des demandes complémentaires relatives aux exigences de conception des équipements neufs du noyau dur.

Il vous reviendra de prendre en compte ces engagements et demandes dans le cadre du troisième réexamen périodique de sûreté des réacteurs de 1450 MWe, en tenant compte des spécificités de ces réacteurs.

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

Signé par la directrice adjointe
de la direction des centrales nucléaires

Aline FRAYSSE

REFERENCES

- [1] Décision de l'ASN n°2011-DC-0213 du 5 mai 2011
- [2] Décisions de l'ASN n°2012-DC-0274 à n°2012-DC-0292 du 26 juin 2012
- [3] Décisions de l'ASN n°2014-DC-0394 à n°2014-DC-0412 du 21 janvier 2014
- [4] Décision de l'ASN n°2021-DC-0706 du 23 février 2021 modifiée
- [5] Courrier EDF D455623026002 du 6 avril 2023 : « RP4 1300 – Courrier de Positions/Actions EDF relatif à l'expertise « anticipée » du noyau dur RP4 1300 »
- [6] Compte-rendu de réunion EDF D455622089895A du 10 octobre 2022 : « Séminaire ASN/IRSN/EDF de présentation des dispositions ASG-ND et SEG RP4 1300 du 10 mai 2022 »
- [7] Compte-rendu de réunion EDF D455624009378 du 6 mai 2024 : « Réunion ASN/EDF du 26 janvier 2024 »
- [8] Note EDF/DIPDE D455618005300 indice E du 22 décembre 2021 : « Liste des systèmes, structures et composants du noyau dur – Palier 900 MWe »
- [9] Note EDF/DIPDE D455619063830 indice C du 17 février 2022 : « Liste des systèmes, structures et composants du noyau dur – Palier 1300 MWe et N4 »
- [10] Fiche de synthèse EDF/DIPDE D455622071127 indice A du 1^{er} septembre 2022 : « Fiche de réponse IRSN – questionnaire PSN-EXP-SsyR-2022-00049 – RP4 1300, expertise “anticipée” du noyau dur – Examen de la liste des SSC – Questions Q8-Q9-Q10-Q11-Q12-Q13-Q14-Q15-Q16-Complément Q1 »
- [11] Lettre ASN CODEP-DCN-2023-014489 du 7 juillet 2023
- [12] Note EDF D305919003933B : « Liste des fonctions nécessaires à la gestion des accidents avec fusion du cœur pour la VD4 1300 »
- [13] Note EDF D305919009202 du 1^{er} octobre 2019
- [14] Note EDF D305919004437 indice B du 22 juin 2021 : « Description générale de la conduite Noyau Dur VD4 1300 MW »
- [15] Note EDF D305921001462 indice A du 30 juin 2021 : « VD4 1300 – Noyau dur – Conduite en prévention AG – Études thermohydrauliques supports »
- [16] Compte rendu de réunion EDF/DIPDE D455622082911A du 3 février 2023 : « Réunion IRSN/ASN/EDF sur la conduite ND RP4 1300 du 9/9/2022 »
- [17] Courrier EDF D455623049285 du 28 juin 2023
- [18] Note EDF D455624100670 indice A du 26 septembre 2024 : « Synthèse des missions de la FARN permettant le maintien de l'accomplissement des fonctions fondamentales de sûreté en situation noyau dur »
- [19] Lettre ASN CODEP-DCN-2018-035797 du 19 décembre 2018 : « Réacteurs électronucléaires - EDF - Démarche générale de conception du noyau dur – Prescriptions ND 8-II, ND 10, ND 11 du 21 janvier 2014 »
- [20] Lettre ASN CODEP-DCN-2017-014451 du 19 juillet 2017 : « Réacteurs électronucléaires - EDF - Maîtrise des accidents graves : « noyau dur » post-Fukushima et durée de fonctionnement des réacteurs »
- [21] Lettre ASN CODEP-DCN-2019-013282 du 14 avril 2019 : « Réacteurs électronucléaires - EDF - Stratégies de conduite des dispositions du noyau dur pour la prévention de la fusion du cœur en réacteur et en piscine »

- [22] Lettre ASN CODEP-DCN-2021-007988 du 4 mars 2021 : « 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 »

Demandes de l'ASN concernant les listes des structures, systèmes et composants du Noyau Dur (SSC-ND)

A1-1 – Mises à jour des listes de SSC-ND 900 et 1300-N4

Au cours de l'instruction, EDF s'est engagée [5] à compléter les listes des SSC-ND 900 [8] et 1300-N4 [9] à l'échéance de fin 2024 (actions PR n°1, PR n°18 de l'annexe 1, engagements n°10, n°11, n°12, n°13, n°15, n°16, n°17 de l'annexe 2). Puis, en fin d'instruction, EDF a pris des engagements supplémentaires [7], avec la même échéance.

L'ASN considère que plusieurs autres éléments doivent être ajoutés explicitement aux listes de SSC-ND 900 [8] et 1300-N4 [9]. Il s'agit :

- des SSC assurant le confinement de la bâche du système de traitement et de réfrigération des piscines (PTR) (décrits par exemple dans le paragraphe 5.1.4 « Confinement de la bâche PTR » de la note EDF D305919003933B « Liste des fonctions nécessaires à la gestion des accidents avec fusion du cœur pour la VD4 1300 »), en précisant les exigences associées ;
- de la mission, assurée par la FARN, de secours en air comprimé des ballons SAR des vannes du système de contournement à l'atmosphère VCDa/GCTa, au-delà de 36h ;
- de l'information de position des vannes réglantes du VCD-a/GCT-a, en précisant les exigences associées ;
- pour le palier 900 MWe, de l'instrumentation de niveau des puisards de récupération des fuites (RPE), dans le bâtiment du combustible (BK), des systèmes d'injection de sécurité (RIS), d'aspersion enceinte (EAS) et de refroidissement ultime de l'enceinte de confinement (EAS-ND), en précisant les exigences associées (durée de mission 1 an) ;
- pour le palier 900 MWe, de la réinjection des effluents du bâtiment combustible (BK) vers le bâtiment réacteur (BR), en précisant les exigences associées (durée de mission 1 an) ;
- pour le palier 1300 MWe, du rajout de la mention « conditions d'ambiance dégradées dans le BK » dans la colonne « chargement » des exigences de qualification Noyau Dur des dispositions noyau dur se trouvant dans le BK (alimentation de secours « noyau dur » des générateurs de vapeur (ASG-ND), poste de vannage du circuit d'appoint en eau ultime (SEG)...)
- des vannes du circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur faisant partie du noyau dur (avec, par exemple pour le palier 1300 MWe, les vannes ASG 035 à 038 VD qu'EDF s'est engagée à rendre manœuvrables depuis la salle de commande en situations noyau dur).

L'ASN rappelle également que la demande A2-1 de sa lettre en référence [11] doit vous conduire à ajouter l'information Noyau Dur de mesure du débit de dose de l'enclume à la liste des SSC-ND 900 [8], cette information faisant déjà partie de la liste des SSC-ND 1300-N4 [9].

Au sujet de la réinjection des effluents du BK vers le BR pour le palier 900 MWe, au cours de l'instruction EDF a indiqué [10] considérer « *que le dispositif de réinjection des effluents du BK vers le BR ne relève pas d'un statut ND [...] puisque les fuites avérées en situation ND sont collectées et récupérées par le dispositif de collecte des effluents EAS ND (PNPPI541), qui a le statut ND* », mais a précisé que : « *Les dispositifs liés à la fonction de réinjection des effluents et permettant de maîtriser les effluents hypothétiques issus des circuits (fuites fortuites et non collectées de EAS ND par exemple) sont constitués de puisards cuvelés, pompe de réinjection, mesures de niveau puisards, organes divers dont vannes motorisées et clapets (PNPEi362). Ces dispositifs nouveaux sont dimensionnés de manière à être opérationnels en AG, y compris en AG issu d'une situation ND (SND ou autre), sans pour autant porter de statut ND* ». L'ASN rappelle que le dispositif de collecte des effluents EAS ND (PNPPI541) cité par EDF [10] est ciblé sur la collecte des fuites externes de quatre équipements (à savoir : la garniture mécanique de la pompe EAS ND et les robinets RIS 062 VP, RIS 242 VP et EAS 516 VP) pour les diriger vers des réservoirs de collecte pré-dimensionnés situés dans le bâtiment du combustible. L'ASN rappelle de plus que le dispositif de réinjection des effluents du BK vers le BR en situations d'accident grave (PNPEi362), prévu d'être installé dans le cadre du Lot B-compléments du RP4 900, permettra la collecte, dans des puisards RPE situés en fond de bâtiment du combustible, puis la réinjection dans le BR, des éventuelles fuites externes provenant des équipements de l'EAS ND situés dans le bâtiment du combustible (sans se limiter à 4 d'entre eux), ainsi que des équipements RIS/EAS situés dans le bâtiment du combustible (une utilisation des circuits RIS/EAS en recirculation en situations d'accidents graves n'étant pas exclue). **L'ASN considère que la fonction de réinjection des effluents du BK vers le BR (collecte vers les puisards RPE du BK, mesures de niveau dans ces puisards, réinjection vers le BR) en situation d'accident grave doit faire partie des dispositions « noyau dur ».** Les exigences associées doivent permettre de garantir son fonctionnement après une agression « noyau dur » et ses effets induits, pendant une durée de mission d'un an en conditions d'accident grave, comme c'est le cas pour la disposition noyau dur similaire prévue par EDF [9] pour le palier 1300 MWe (réinjection des effluents du BAS voie A vers le BR, dans ce cas).

Demande A1-1 : L'ASN vous demande de compléter, en plus des éléments déjà prévus au travers de vos engagements [5] et [7] et à la suite de la demande A 2-1 de la lettre ASN [11], les listes de SSC-ND 900 et 1300-N4, sous 6 mois en y :

- ajoutant les SSC assurant le confinement de la bache PTR, en précisant les exigences associées ;
- mentionnant en « commentaires » de la ligne « Vannes d'isolement et vannes réglantes » de la rubrique VCD-a/GCT-a que « *Au-delà de 36h, la réalimentation en air comprimé des ballons SAR des vannes GCTa est assurée par la FARN (via un compresseur mobile)* » ;

- ajoutant l'information de position des vannes réglantes du VCD-a/GCT-a, en précisant les exigences associées ;
- ajoutant les vannes ASG faisant partie du noyau dur et en précisant les exigences associées (par exemple pour le palier 1300 MWe manœuvrabilité depuis la salle de commande des vannes ASG 035 à 038 VD réglant le débit d'eau provenant des TPS ASG),
- ajoutant, pour le palier 1300 MWe, la mention « conditions d'ambiance dégradées dans le BK » dans la colonne « chargement » des exigences de qualification Noyau Dur des dispositions noyau dur se trouvant dans le BK (ASG-ND, poste de vannage SEG...) ;
- ajoutant, pour le palier 900 MWe, l'instrumentation de niveau des puisards RPE de récupération des fuites, dans le bâtiment du combustible, des systèmes RIS, EAS et EAS-ND, en précisant les exigences associées (durée de mission 1 an en conditions d'accident grave) ;
- ajoutant, pour le palier 900 MWe, la réinjection des effluents du BK vers le BR, en précisant les exigences associées (durée de mission 1 an en conditions d'accident grave).

A1-2 et 3 – Détection de fuites en situations Noyau Dur

De plus, l'ASN note qu'EDF a prévu que la disposition de détection des éventuelles fuites des circuits en recirculation dans le bâtiment des auxiliaires de sauvegarde (BAS) voie A (EAS-ND, RIS/EAS voie A) - c'est-à-dire la mesure de niveau haut du puisard AG situé dans le BAS voie A - fasse partie du noyau dur, ce qui est satisfaisant. Au sujet des éventuelles fuites des circuits en recirculation dans le BAS voie B, EDF écrit au paragraphe 6.1.1 « Fonction de détection et isolement des fuites RIS/EAS en voie B » de sa « Liste des fonctions nécessaires à la gestion des accidents avec fusion du cœur pour la VD4 1300 » [12] : *« La fonction de détection de fuite en voie A est nécessaire au titre de la gestion des fuites EAS-ND (§ 5.1.5). En voie B, l'utilisation des circuits RIS et EAS peut être envisagée dans le GIAG mais ne doit pas induire d'effet néfaste. Ainsi, les éventuelles fuites de ces circuits dans les locaux du BAS doivent pouvoir être détectées pour permettre l'isolement du système »*. EDF définit à ce titre des requis fonctionnel, chargements et durée de mission pour l'information de mesure de niveau dans les puisards du BAS voie B en AG, mais ne prévoit pas que cette information fasse partie du noyau dur, bien que l'utilisation des circuits RIS/EAS en recirculation en situations « noyau dur » ne soit pas exclue. A ce sujet, EDF a indiqué [5] : *« En conséquence, l'utilisation de ces circuits ne peut être envisagée que lorsque la fonction de détection des fuites est fonctionnelle pour assurer la détection de fuites potentielles et par suite l'isolement du système »*. L'ASN considère qu'EDF ne précise pas suffisamment comment il pourra vérifier en temps réel en situations « noyau dur » si la détection des éventuelles fuites de RIS/EAS dans le BAS voie B est « fonctionnelle » et qu'il serait préférable que cette information fasse partie du noyau dur.

Demande A1-2 : L'ASN vous demande d'étudier sous 6 mois la faisabilité de disposer, pour les réacteurs du palier 1300 MWe, d'une détection « noyau dur » des éventuelles fuites des circuits RIS/EAS en recirculation en accident grave dans le BAS voie B. En particulier, vous justifierez point

par point les éventuelles impossibilités techniques à intégrer au « noyau dur » l'information existante de mesure de niveau dans les puisards du BAS voie B en AG.

Enfin, l'ASN note qu'EDF a prévu une disposition de détection des éventuelles fuites de l'échangeur EAS-ND vers la source froide ultime (SFu), composée de deux dispositifs déployés en parallèle au plus tard 15 jours après une entrée en accident avec fusion du cœur, avec des statuts différents : un module d'échantillonnage manuel (avec un prélèvement par jour) permettant l'analyse en laboratoire (avec un délai de réponse de l'ordre de la journée) de l'activité de l'eau circulant dans la tuyauterie de rejet SFu - valorisé en situations Noyau Dur -, complété - au titre de la gestion de crise - par un module comportant une sonde d'activité avec système de transmission de données en continu. L'ASN considère que ces deux modules sont complémentaires, le module « échantillonnage » délivrant une information plus précise que le module « sonde d'activité », mais avec un délai de détection d'une éventuelle fuite pouvant aller jusqu'à environ 2 jours (un prélèvement manuel par jour, avec un délai de réponse du laboratoire de l'ordre de la journée), alors que la sonde d'activité transmet des données en continu. L'ASN rappelle de plus que la fiche de réponse EDF D455617301271A du 11 janvier 2018 concluait, après une analyse de faisabilité : *« Ce dispositif mobile [sonde d'activité] serait déployé par la FARN dès que possible après l'accomplissement de l'ensemble des actions prioritaires prévues en cas d'Accident Grave et au plus tard 15 jours après la survenue de l'AG. La possibilité de connecter en parallèle de ce dispositif un moyen de détection des fuites par échantillonnage manuel est également prévue [...]. Cette disposition complémentaire permettrait de confirmer ponctuellement les mesures réalisées par le dispositif mobile et, si besoin, de procéder à des mesures ponctuelles en attendant la mise en place du dispositif mobile ».*

Demande A1-3 : L'ASN vous demande de valoriser en situations « noyau dur », avec le statut d'EIPS-FARN, les deux modules complémentaires de la disposition de détection des éventuelles fuites de l'échangeur EAS-ND vers la source froide SFu : le module d'échantillonnage manuel et le module « sonde d'activité ». Vous devrez les faire figurer dans les prochaines versions des listes de SSC-ND 900 et 1300-N4, sous 6 mois (cf. demande A1.1). De plus, vous devrez mentionner dans ces listes, à la même échéance, que le dispositif (composé des 2 modules) est déployé « par la FARN dès que possible après l'accomplissement de l'ensemble des actions prioritaires prévues en cas d'Accident Grave et au plus tard 15 jours après la survenue de l'AG ».

A1-4 - Autres informations Noyau Dur : suites de la demande D1-a de la lettre ASN-CODEP-DCN-2019-013282

Au sujet des informations « noyau dur », l'ASN rappelle également sa demande D1-a de la lettre ASN-CODEP-DCN-2019-013282 : *« Dans la mesure où les informations fournies par ces équipements sont nécessaires à la connaissance de l'état de l'installation en cas de « situation noyau dur », l'ASN vous demande d'apporter la démonstration, avant fin septembre 2019, que la qualification des équipements permettant de disposer des informations relatives à l'activité des générateurs de vapeur, l'inventaire en eau du circuit primaire, la sous-criticité du cœur et l'activité à l'intérieur de l'enceinte de confinement satisfait les exigences applicables aux équipements*

du noyau dur. En cas d'impossibilité à apporter ces démonstrations, vous indiquerez les moyens disponibles pour disposer de ces informations en « situation noyau dur » ».

Au sujet de l'information relative à l'activité des générateurs de vapeur, EDF a répondu [13] en 2019 : « [...] Dans le cas très hypothétique d'une fuite importante ou de la rupture d'un tube, l'évolution du niveau du GV concerné ne sera plus homogène avec les autres et le débit injecté par la pompe EAS ND évoluera à la hausse de manière durable. Les opérateurs et les équipes de crise seront donc informés de la perte d'intégrité du primaire et du bypass de l'enceinte par le générateur de vapeur. L'isolement du GV pourra être entrepris. Par ailleurs, dans l'éventualité très hypothétique de survenue de ces scénarios entraînant un relâchement d'activité dans l'environnement par un générateur de vapeur, l'évolution de l'activité aux limites du site (balises fixes si elles sont disponibles, ainsi que les balises mobiles qui seront ajoutées à terme par la FARN dans le cadre de la gestion de crise) permettra de mettre en œuvre les actions palliatives ».

Au sujet de l'information relative à l'inventaire en eau du circuit primaire, EDF a répondu [13] en 2019 : « L'évolution de la TRIC, des pressions du circuit primaire et de l'enceinte, ainsi que du débit d'injection de la pompe EAS ND permettent dans le cadre d'une analyse de second niveau effectuée par les équipes de crise, de se positionner sur l'état de la 2^{ème} barrière, voire de détecter des évolutions majeures de l'inventaire en eau du primaire ou encore un découverture du cœur ». Par ailleurs, dans sa description générale de la conduite noyau dur RP4 1300 MWe [14], EDF prévoit, pour les états initiaux du réacteur RP et AN/GV, soit une conduite dite « primaire intègre », soit une conduite dite « primaire non intègre » (sensibilité à une brèche primaire de 1 pouce) mise en œuvre « sur critère représentatif de dégradation de l'état du primaire ». EDF n'a, à ce stade, pas précisé quel serait ce critère et s'il nécessiterait de disposer d'une information ND relative à l'inventaire en eau du circuit primaire.

Au sujet de l'information relative à la sous-criticité du cœur, la réponse fournie par EDF [13] en 2019 ne tenait pas compte de l'injection de bore à haute pression aux joints des pompes primaires, ajoutée ensuite aux dispositions noyau dur.

L'ASN considère que vos réponses à la demande D1-a de la lettre ASN-CODEP-DCN-2019-013282 ne sont pas suffisantes, car elles renvoient à des éléments d'appréciation de l'état de l'installation indirects et potentiellement très tardifs par rapport à une éventuelle dégradation. L'ASN souligne de plus que sa demande D1-a visait en premier lieu une intégration au noyau dur d'informations directes relatives à l'activité de chaque générateur de vapeur, à l'inventaire en eau du circuit primaire, à la sous-criticité du cœur et à l'activité à l'intérieur de l'enceinte de confinement, le recours éventuel à des informations indirectes pour surveiller ces paramètres en situations « noyau dur » ne pouvant être envisagé qu'en cas d'impossibilité de disposer de ces informations « noyau dur » directes. Vos réponses à la demande D1.a [13] ne comportent pas d'études de faisabilité.

Demande A1-4 : L'ASN vous demande d'étudier sous 6 mois la faisabilité de disposer, pour les réacteurs des palier 900 MWe et 1300 MWe, d'une information « noyau dur » relative à l'activité de

chaque générateur de vapeur, d'une information « noyau dur » relative à l'inventaire en eau du circuit primaire et d'une information « noyau dur » relative à la sous-criticité du cœur. En particulier, vous justifierez point par point les éventuelles impossibilités techniques à rendre « noyau dur » les informations existantes relatives à l'activité de chaque générateur de vapeur, au niveau d'eau dans la cuve et à la puissance nucléaire.

Demandes de l'ASN concernant les exigences relatives aux dispositions Noyau Dur figurant dans les rapports de sûreté

A2-1 – Exigence de dimensionnement de la disposition EASu (ou EAS-ND), relative à la pression dans l'enceinte

Dans la section II.4.3.2 des rapports de sûreté Edition VD4 - Palier 900 MWe et Palier 900 MWe CP0, on lit : « *Disposition EASu : La disposition EASu est dimensionnée pour permettre, en situation d'accident grave, de :*
- *maintenir la pression dans l'enceinte inférieure au seuil d'ouverture du dispositif d'éventage (6 bars abs) [...] »*. L'ASN rappelle que ce sujet a déjà été examiné lors de la séance du groupe permanent d'experts pour les réacteurs du 7 juillet 2016 et a donné lieu à la demande B5 de la lettre ASN-CODEP-DCN-2017-014451 du 19 juillet 2017 : « *L'ASN vous demande de dimensionner vos matériels et votre organisation de telle sorte que, en cas de situation « noyau dur » ou d'accident grave, la pression maximale dans l'enceinte ne dépasse pas la pression d'épreuve de chaque enceinte [...] »*. L'ASN rappelle que la pression d'épreuve des enceintes des réacteurs du palier CPY est de 5 bars absolus, sachant par ailleurs qu'il n'y a pas « un » seuil d'ouverture du dispositif d'éventage-filtration de l'enceinte, mais une plage d'ouverture entre 5 et 6 bars absolus, sauf cas particulier des réacteurs de Cruas pour lesquels la borne supérieure de la plage d'ouverture de ce dispositif est de 5 bars absolus. De même, la pression d'épreuve des enceintes des réacteurs de Bugey est de 5 bars absolus.

Demande A2-1 : L'ASN vous demande de rectifier, au plus tard à échéance de la mise en œuvre du DA Lot B-compléments, l'exigence de dimensionnement de la disposition EASu (ou EAS-ND), relative à la pression dans l'enceinte, figurant dans les rapports de sûreté Edition VD4 900 (y compris CP0), afin de mentionner que la disposition EASu (ou EAS-ND) est dimensionnée pour permettre, en situations d'accident grave (y compris faisant suite à une agression externe « noyau dur »), de maintenir la pression dans l'enceinte inférieure à sa pression d'épreuve, soit 5 bars absolus.

A2-2 – Valorisation de dispositions FARN en situations noyau dur

Certaines missions de la FARN sont valorisées par EDF dans la démonstration de sûreté en situations noyau dur, avec des délais de mise en œuvre associés. Il s'agit par exemple de :

- la réalimentation en air comprimé (via un compresseur mobile) du réseau SAR des vannes réglantes du contournement à l'atmosphère VCDa/GCTa dans un délai de 36 heures (durée de l'autonomie en air de ces vannes),
- le déploiement et la mise en service de l'Unité Mobile de Borication (UMB) dans un délai de 4 jours, pour assurer un appoint en bore aux piscines BK et BR en communication par le tube de transfert ouvert, lorsque le réacteur est initialement en arrêt pour rechargement (APR),
- le déploiement et la mise en service de la source froide SFu de l'échangeur EAS-ND, dans un délai suffisant pour éviter l'atteinte des critères associés (pression dans l'enceinte de confinement / température de l'eau recirculant dans l'EAS-ND depuis les puisards du fond de l'enceinte),
- la mise en œuvre du secours en eau des réservoirs SEG de Golfech et de Gravelines 1/2, ainsi que des bassins SEA de Paluel, Penly et Flamanville, dans un délai de 3 jours (durée de l'autonomie en eau de ces réservoirs et bassins), pour couvrir la durée de mission totale du SEG qui est de 15 jours,
- le réapprovisionnement en carburant du DUS à l'issue de son autonomie en carburant (3 jours à pleine charge),
- le déploiement des parties mobiles du PTRbis (et SFu associée) et leur mise en service, au plus tard à la fin de la durée de mission du SEG (15 jours),
- le déploiement du dispositif de détection des éventuelles fuites de l'échangeur EAS-ND vers la source froide SFu, au plus tard 15 jours après une entrée en accident avec fusion du cœur (concerne également les accidents avec fusion du cœur hors situations « noyau dur »).

A la suite de son engagement d'EDF pris en cours d'instruction [7] EDF a fourni [18] une « synthèse des missions de la FARN permettant le maintien de l'accomplissement des fonctions fondamentales de sûreté » en « situations noyau dur », ce qui est satisfaisant. **L'ASN considère que l'ensemble des missions FARN valorisées dans la démonstration de sûreté, en situations « noyau dur » ou dans d'autres situations (par exemple : situations d'accident avec fusion du cœur hors « noyau dur ») sont des activités importantes pour la protection.**

De plus, l'ASN considère qu'EDF devra mettre à jour cette note [18] en cohérence avec ses demandes A2-1 et A1-3 ci-avant.

Demande A2-2 : L'ASN vous demande de mettre à jour sous 6 mois la note en référence [18] sur les points suivants :

- **l'objectif fonctionnel relatif à la pression dans l'enceinte de la mission FARN de déploiement de la source froide de l'EAS-ND n'est pas « Maintien de la pression enceinte inférieure à la pression d'ouverture de l'évent filtré U5 », mais « Maintien de la pression enceinte inférieure à sa pression d'épreuve » (cf. A2-1),**

- pour la détection de fuite de l'échangeur EAS-ND, mentionner en matériels FARN le module comportant une sonde d'activité avec système de transmission de données en continu, en plus du dispositif de prélèvement manuel (cf. A1-3),
- pour la détection de fuite de l'échangeur EAS-ND, mentionner en délai de mise en service « dès que possible après l'accomplissement de l'ensemble des actions prioritaires prévues en cas d'Accident Grave et au plus tard 15 jours après la survenue de l'AG » au lieu de « 15 jours après l'AG » (cf. A1-3).

A2-3 et A2-4 – Faisabilité des actions humaines requises en situations « noyau dur »

La prescription [ECS-35] des décisions de l'ASN du 26 juin 2012 dispose entre autres que : « *l'exploitant définit les actions humaines requises pour la gestion des situations extrêmes étudiées dans les évaluations complémentaires de sûreté. Il vérifie que ces actions sont effectivement réalisables compte tenu des conditions d'interventions susceptibles d'être rencontrées dans de tels scénarios* ». Les réponses apportées par EDF en 2012 et 2013 à la prescription [ECS-35] ne tenaient pas compte des dispositions « noyau dur ». Par la suite, EDF s'est dotée d'une démarche d'« exploitabilité du noyau dur », visant à obtenir une raisonnable assurance dans la capacité de l'exploitant à mettre en œuvre les actions en local de la conduite noyau dur. EDF a indiqué que :

- pour les réacteurs de 1300 MWe, le livrable « Exploitabilité du Noyau Dur » sera fourni lors de la mise en œuvre de la conduite noyau dur en VD4-1300 phase B
- pour les réacteurs du Bugey, la note EDF D455619081996 A du 30 mars 2020 « Exploitabilité du noyau dur » sera mise à jour pour le déploiement de la conduite noyau dur, au plus tard au moment du redémarrage en VD4-900 phase B de Bugey.
- pour les réacteurs du palier CPY, la note EDF D455618065232 A du 24 septembre 2019 « Exploitabilité du noyau dur » sera mise à jour pour la phase B compléments.

Pour les réacteurs de 900 MWe, l'ASN note qu'EDF a prévu de mettre à jour ses études d'« exploitabilité du noyau dur », ce qui est satisfaisant. Toutefois, l'ASN souligne que ces études ne devront pas se limiter aux actions humaines requises en prévention de la fusion du cœur en « situations noyau dur », mais devront aussi traiter les actions humaines requises pour la « limitation des conséquences d'une fusion du cœur » en « situations noyau dur ». De plus, ces études devront inclure, en plus des actions à mener par l'exploitant du site accidenté, les actions à mener par les intervenants de la FARN sur le site accidenté. Enfin, cette étude ne devra pas se limiter aux 24 premières heures de l'accident. Ainsi, l'ASN considère qu'EDF devra lister les actions humaines requises à mener en « situations noyau dur » (volets « prévention » et « mitigation » de la fusion du cœur), que ce soit par les équipes locales du site accidenté ou par la FARN une fois arrivée sur le site accidenté, et vérifier pour chaque action qu'elle est effectivement réalisable en tenant compte de toutes les conditions « noyau dur » susceptibles d'être rencontrées sur les lieux et au moment où l'action doit être réalisée : conséquences sur le site des

agressions « noyau dur », réacteur(s) accidenté(s), piscine(s) d'entreposage du combustible en ébullition, substances chimiques/toxiques émises par les stockage/procédés présents dans le périmètre de l'INB et ne résistant pas aux agressions « noyau dur »...etc.

Demande A2-3 : L'ASN vous demande de vérifier la capacité effective des intervenants (y compris de la FARN) à accéder aux emplacements prévus et à y réaliser les actions requises dans la démonstration de sûreté nucléaire en « situations noyau dur » (volets « prévention » et « mitigation » de la fusion du cœur), en tenant compte de toutes les conditions susceptibles d'être rencontrées sur site lors de la réalisation de ces actions (cheminement compris) en « situations noyau dur ». Vous fournirez les études associées, ainsi que vos conclusions en termes d'éventuelles modifications à mettre en œuvre, au plus tard à échéance de la première mise en œuvre du DA Lot B-compléments sur un réacteur de 900 MWe.

Pour les réacteurs de 1300 MWe, l'ASN traitera le sujet dans le cadre de sa prise de position sur le bilan de la phase générique de leur quatrième réexamen périodique. Toutefois, le cas particulier du poste de vannage « noyau dur » mérite d'être anticipé. En effet, pour les réacteurs du palier 1300 MWe, EDF prévoit d'implanter le poste de vannage « Noyau Dur » de la disposition SEG dans les locaux du bâtiment du combustible. Lors de l'instruction, EDF a confirmé [6] que *« les conditions d'accessibilité thermique dans les locaux du BK et de dégagement des voies d'accès nécessaires sont bien prises en compte dans la conception de la disposition SEG et les différentes sollicitations à considérer pour les équipements dans le BK sont considérées (ex : piscine en ébullition...). A ce titre, EDF s'assure que les conditions d'ambiance (thermiques, présence de vapeur d'eau dans le hall piscine BK et radiologiques) dans les locaux restent compatibles avec le cheminement des agents de terrain et les actions à réaliser en local (en tenant compte du moment où sont à réaliser ces actions). EDF vérifie également que les itinéraires d'accès jusqu'au poste de vannage restent dégagés (obstacles mécaniques, tenue des accès au SND, ouvrabilité des portes...) »* et a indiqué [7] que les conclusions de ces études d'accessibilité au poste de vannage SEG en situations Noyau Dur seraient fournies à échéance du lot B du RP4 1300. L'ASN souligne qu'EDF a programmé le déploiement du SEG « Noyau Dur » en lot A du RP4 1300. Aussi, pour pouvoir tenir compte des conclusions de ces études d'accessibilité dans la conception de la disposition SEG, EDF devrait les avoir suffisamment avancées au stade du lot A du RP4 1300.

Demande A2-4 : l'ASN vous demande, au plus tard fin 2025, pour les réacteurs de 1300 MWe, de fournir les premières conclusions de vos études d'accessibilité, en situations « noyau dur », au poste de vannage SEG qui sera situé dans le bâtiment du combustible. En particulier, vous préciserez à ce stade les éventuels choix de conception de ce poste de vannage pris pour garantir ou améliorer cette accessibilité.

Demandes de l'ASN concernant les évolutions du chapitre VI des règles générales d'exploitation

Lors de l'instruction, EDF a pris des engagements liés à la conduite des situations noyau dur, pour les réacteurs de 1300 MWe (notamment actions PR n°8, PR n°12, PR n°15, PR n°16, PO n°4, PO n°5 de l'annexe 1 de [5], engagements E1, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 de l'annexe 2 de [5] et complément n°20 de la réunion EDF/IRSN/ASN du 9 septembre 2022 [16]). Au-delà de ces engagements, la gestion des situations noyau dur prévue par EDF appelle les demandes de l'ASN présentées ci-après.

A3-1 – Orientation vers la conduite noyau dur (CND)

Les modifications du chapitre VI des règles générales d'exploitation intégrées au lot B du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe incluses dans votre dossier en référence [17] prévoient notamment l'ajout de nouvelles règles qui décrivent les actions de conduite à engager par l'équipe en quart après la survenue d'une situation « noyau dur ». Ces actions de conduite, regroupées sous le nom de « conduite noyau dur » (CND), visent à prévenir la fusion du cœur ou, pour les situations où la fusion du cœur ne peut être évitée, à préparer l'entrée en accident grave afin d'éviter les rejets massifs.

Pour l'orientation vers la CND, vous retenez deux tests basés sur deux critères :

- « séisme significatif » et « H1-ND » (signal ND représentatif de la perte de la source froide au niveau de la station de pompage) ;
- « séisme significatif » et « H3-ND » (signal ND représentatif de la perte de tension sur les tableaux secourus LHA et LHB).

Pour le palier 1300 MWe, vous proposez dans votre note [14] les mêmes principes d'orientation vers la CND. L'ASN note que le seuil d'alarme « séisme significatif » que vous avez fixé est relativement bas, à savoir 1,5 fois le séisme d'inspection (1,5xSDI). Le signal « séisme significatif » peut être activé pour des séismes notablement inférieurs au séisme majeur et, en conséquence, vous avez couplé ce signal avec d'autres signaux révélateurs d'une situation fortement perturbée du type H1 ou H3. Cependant les signaux H1 et H3, qui sont élaborés dans le contrôle-commande normal (CCN) gérant ces situations par

l'approche par état¹ (APE), ne sont pas équivalent aux signaux respectivement H1-ND et H3-ND qui sont élaborés dans le contrôle-commande noyau dur (CCND).

L'ASN considère que les situations entraînant une activation du signal H1 ou H3 couplé au signal « séisme significatif » sans activation du signal H1-ND ou H3-ND doivent être caractérisées. Par ailleurs, la conduite prévue ne doit pas entraîner un basculement tardif en CND qui ne pourrait pas garantir que les séquences d'actions requises soient en mesure de ramener les réacteurs dans un état où les fonctions de sûreté sont durablement assurées. Dans le cadre de l'expertise anticipée du noyau dur RP4 1300, vous vous êtes engagés [5] à évaluer « *avant mi 2024, les potentielles discordances entre l'information H1/H3 de l'APE et l'information H1-ND/H3-ND* ». Vous avez ensuite reporté cette action au 30 juin 2027, au motif que « *les modalités détaillées de la conduite ND n'ont pas été définies à ce jour et sont reportées pour un déploiement en VD4 1300 phase B* ». L'ASN estime que cette évaluation est nécessaire et doit être réalisée sur l'ensemble des réacteurs en exploitation. Elle doit également être complétée par une analyse sur les avantages/inconvénients de maintenir la conduite telle que prévue et proposer si nécessaire des modifications au regard des enjeux de sûreté.

Demande A3-1 : Pour l'ensemble des paliers 900 MWe, 1300 MWe et N4, l'ASN vous demande de caractériser les potentielles discordances entre les informations H1/H3 issues du CCN (utilisées dans l'APE) et les informations H1-ND/H3-ND issues du CCND (utilisées dans la CND). Au vu de cette caractérisation, vous explicitez les avantages et les inconvénients à maintenir une conduite dans l'APE pour ces situations de discordance en présence du signal « séisme significatif ». Le cas échéant, vous proposerez une conduite pour les paliers 1300 MWe et N4 et des modifications de conduite pour le palier 900 MWe (avec le calendrier de déploiement associé), afin de garantir le basculement en CND dans un délai compatible avec le respect des objectifs de la démonstration de sûreté. Les conclusions de vos études, répondant à cette demande pour les paliers 900 MWe, 1300 MWe et N4, sont à remettre au plus tard le 30 juin 2027.

A3-2 – Réorientation depuis la conduite APE vers la conduite ND

Concernant l'atteinte différée des signaux H1-ND ou H3-ND après l'atteinte du signal « séisme significatif », vous ne prévoyez de surveiller ces critères de réorientation vers la CND que dans les procédures de conduite APE suivantes : ECP1, ECPR1, ECPR0 et ECP4 (pour la séquence 9 uniquement). Or, en situations noyau dur, les opérateurs pourraient être orientés vers d'autres procédures de conduite

¹ Approche habituellement mise en œuvre lorsqu'un réacteur est confronté à une situation accidentelle qui consiste à appliquer des stratégies de conduite du réacteur en fonction de l'état réel de la chaudière, quels que soient les événements qui ont conduit à cet état. Un diagnostic permanent permet, si l'état se dégrade, d'abandonner la procédure en cours et d'en appliquer une autre, plus adaptée.

APE (sans entrer en CND), soit du fait d'une défaillance du CCN, soit du fait d'une dégradation thermohydraulique réelle détectée par le CCN.

Pour ces deux cas, l'ASN considère que l'application de la CND est mieux adaptée :

- dans le premier cas, le CCN défiabilisé par l'agression ne pourrait pas garantir que les séquences d'actions prévues dans la conduite APE sont en capacité de ramener le réacteur dans un état où les fonctions de sûreté sont durablement assurées ;
- dans le second cas, étant donné que le séisme est suffisant pour conduire à une dégradation thermohydraulique, il est nécessaire de pouvoir surveiller les informations relatives à l'état de l'installation et notamment du CCN ; cette surveillance ne peut plus être garantie en conduite APE avec des matériels n'ayant pas les qualifications requises.

Demande A3-2.1 : Pour l'ensemble des paliers 900 MWe, 1300 MWe et N4, l'ASN vous demande de prévoir une surveillance qui permette d'identifier le besoin d'une réorientation vers la CND quelle que soit la règle de conduite APE appliquée. Pour le palier 900 MWe, cette surveillance devra être mis en oeuvre à l'échéance de la prescription technique [ND-C] de la décision en référence [4].

Enfin, lors de la conception de la CND, vous avez fait le choix d'intégrer la détection d'un dysfonctionnement éventuel du CCN en cours d'application de la conduite APE, pour permettre l'orientation vers la CND notamment vis-à-vis de situations d'agressions extrêmes pour lesquelles il n'y aurait pas d'occurrence des signaux H1-ND ou H3-ND. Pour ce faire, vous prévoyez qu'une fiche de diagnostic du fonctionnement du CCN soit appliquée sur « constat concerté de l'équipe de conduite d'un dysfonctionnement du CCN », après l'atteinte du signal « séisme significatif » ou si une règle de conduite particulière (RPC) « inondation » ou « évènement météorologique sévère - partie « Grands vents » » était en cours d'application avant l'entrée en APE.

Afin de définir au mieux cette fiche de diagnostic du fonctionnement du CCN, vous vous êtes engagés [5] à étudier « *avant mi 2024, la faisabilité de la définition de critères représentatifs de la défaillance du CCN en situation de séisme significatif à associer à l'alarme ND « séisme significatif »* », dans le cadre de l'expertise anticipée du noyau dur RP4 1300, à l'instar de la démarche que vous avez mise en oeuvre sur le palier 900 MWe. Vous avez ensuite reporté cette action au 30 juin 2027, au motif que « *les modalités détaillées de la conduite ND n'ont pas été définies à ce jour et sont reportées pour un déploiement en VD4 1300 phase B* ». **L'ASN estime que des critères représentatifs doivent être définis pour les paliers 1300 et N4. Votre livrable de Juin 2027 devra justifier les critères choisis.**

En ce qui concerne le critère du « *constat concerté de l'équipe de conduite d'un dysfonctionnement du CCN* », l'ASN considère que ce critère est sujet à interprétation. Etant donné que l'application de la fiche de diagnostic du fonctionnement du CCN est conditionnée à ce constat, il ne peut être garanti que cette fiche de diagnostic soit appliquée en cas de dysfonctionnement du CCN dans les situations concernées.

Or, la défaillance avérée du CCN dans les situations précédemment définies doit conduire à l'application de la conduite ND dans des délais permettant de garantir que les séquences d'actions requises soient en mesure de ramener les réacteurs dans un état où les fonctions de sûreté sont durablement assurées.

Demande A3-2.2 : Pour l'ensemble des paliers 900 MWe, 1300 MWe et N4, l'ASN vous demande de prévoir une surveillance qui permette d'identifier le besoin d'une réorientation vers la CND en cas de défaillance avérée du CCN, quelle que soit la règle de conduite APE appliquée, après l'atteinte du signal « séisme significatif » ou si une RPC « agression externe » était en cours d'application avant l'entrée en APE. Les critères représentatifs de cette défaillance du CCN dans ces situations doivent être définis et justifiés pour chaque palier en exploitation. La périodicité de cette surveillance dans les situations considérées doit permettre de garantir le basculement en CND dans un délai compatible avec les objectifs de la démonstration de sûreté. Pour le palier 900 MWe, ces précisions devront être disponibles à l'échéance de la prescription technique [ND-C] de la décision en référence [4].

De plus, au sujet de la conduite progressive de situations noyau dur dans l'APE, l'ASN considère qu'il est nécessaire de garantir que les opérateurs basculeront à temps, si la borication s'avère insuffisante en conduite APE, vers la conduite ND. Ainsi, par exemple dans le cas d'un réacteur initialement en production, la conduite ND doit être mise en œuvre avant que la disparition progressive du xénon n'entraîne une diminution de la marge d'antiréactivité incompatible avec le refroidissement demandé dans la conduite ND. EDF ne propose à ce stade pas de critère de réorientation depuis l'APE vers la conduite ND lié à une surveillance, basée sur une ou des informations ND, de l'efficacité de la borication (la PIJ-ND n'étant pas le moyen employé systématiquement pour boriquer le circuit primaire dans l'APE).

Demande A3-2.3 : L'ASN vous demande de présenter, pour les réacteurs de 1300 MWe, les dispositions prévues par EDF pour garantir que les opérateurs basculeront à temps vers la conduite ND, depuis une conduite progressive de situations noyau dur dans l'APE, si la borication s'avère insuffisante en conduite APE. Vous préciserez les informations ND nécessaires pour pouvoir effectuer cette réorientation. Vos conclusions sont attendues au plus tard lors du dépôt de la demande de modifications associée aux modifications du lot B du RP4 1300.

A3-3 – Conduite des éventuelles situations incidentelles/accidentelles engendrées par une tornade ND

Le chapitre 1^{er} : Généralités de l'ensemble de décisions ASN du 21 janvier 2014 [3] définit les « situations noyau dur » : « Les situations suivantes, ainsi que les situations résultant de leurs cumuls, sont dénommées ci-après « situations noyau dur » :

- la perte totale des alimentations électriques n'appartenant pas au noyau dur ;
- la perte totale de la source froide n'appartenant pas au noyau dur ;

- les agressions externes retenues pour le noyau dur ;
- les situations résultant de l'état de l'installation, du site et de son environnement après une ou des agressions externes retenues pour le noyau dur ».

Les agressions externes retenues pour le noyau dur sont le séisme ND, l'inondation (et les phénomènes associés vents extrêmes, foudre et grêle) ND et la tornade ND. L'entrée dans la CND prévue par EDF est conditionnée par un signal « séisme significatif ». Vous avez également prévu certains critères « filet » pour une réorientation depuis la conduite APE vers la conduite noyau dur en cas de « dysfonctionnement du CCN », après l'atteinte du signal « séisme significatif » ou si une règle de conduite particulière (RPC) « inondation » ou « évènement météorologique sévère - partie « Grands vents » » était en cours d'application avant l'entrée en APE. Ceci ne semble pas couvrir l'ensemble des situations noyau dur, comme par exemple une situation noyau dur dont l'initiateur serait une tornade ND. Dans ce cas, vous avez indiqué : *« Concernant les conséquences d'une tornade de niveau noyau dur, il n'est en effet pas identifié à ce jour de critère d'entrée en conduite Noyau Dur (CIA-ND). EDF a retenu une approche de type « cas de charge » qui consiste à démontrer la robustesse à la tornade ND des SSC du noyau dur (SSC-ND) ou à les protéger si nécessaire. Il est rappelé que contrairement au séisme qui affecte l'ensemble des matériels de l'installation, la tornade a des effets localisés et n'est pas susceptible d'affecter le contrôle commande des tranches, celui-ci étant installé à l'intérieur de bâtiments en béton. En conséquence, l'ensemble des informations restent disponibles et les tranches peuvent être conduites dans l'APE si la tranche était affectée par la tornade »*. L'ASN en comprend qu'EDF prévoit de conduire au sein de l'APE les éventuelles situations incidentelles/accidentelles engendrées par une tornade ND, au titre de la « conduite progressive dans l'APE » qui peut valoriser des fonctions non ND. Or, en dehors du cas du contrôle commande, EDF n'a pas justifié que les éventuelles dégradations engendrées par une tornade ND, sur les fonctions non ND à valoriser pour réaliser cette conduite au sein de l'APE, ne remettent pas en cause la réussite de cette conduite.

Demande A3-3 : Pour l'ensemble des paliers 900 MWe, 1300 MWe et N4, l'ASN vous demande de justifier, sous 6 mois, que les éventuelles dégradations engendrées par une tornade ND, sur les fonctions non ND à valoriser pour réaliser la conduite des conséquences de cette agression ND au sein de l'APE, ne remettent pas en cause la réussite de cette conduite (capacité de ramener les réacteurs dans un état où les fonctions de sûreté sont durablement assurées).

A3-4 - Démonstration de la maîtrise de la réactivité dans les études support à la conduite Noyau Dur RP4 1300

Dans l'étude support à la conduite noyau dur RP4 1300 fournie par EDF en 2021 [15], l'hypothèse de débit de retour des joints des pompes primaires, lors l'injection de bore aux joints des pompes primaires via une pompe fonctionnant à haute pression (PIJ-ND), est un paramètre dominant vis-à-vis de la maîtrise de la réactivité, dont dépend le calcul de la marge de sous-criticité. Or, la valeur retenue par EDF dans cette étude n'est pas enveloppe. En effet, EDF retient un débit de retour égal au tiers du débit de la PIJ-

ND, soit $0,6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, alors que, selon la doctrine et le programme de maintenance, le débit de retour aux joints admis en fonctionnement normal nécessitant de remplacer le joint au prochain arrêt du réacteur est de $0,8 \text{ m}^3/\text{h}$. De plus, EDF fait l'hypothèse que le débit de fuite aux joints n° 1 des GMPP sera inchangé en situations noyau dur, par rapport aux conditions normales d'exploitation. EDF n'a pas précisé par exemple quelle pourrait être l'évolution du débit de retour des joints des pompes primaires à la suite d'un séisme noyau dur (et de ses éventuelles répliques sismiques), ni justifié que cette évolution serait compatible avec la stratégie de repli prévue par EDF dans la conduite noyau dur.

Demande A3-4 : L'ASN vous demande de déterminer pour les réacteurs de 1300 MWe le débit maximal de retour des joints des pompes primaires pouvant être atteint dans les situations noyau dur, en considérant initialement le débit admis en fonctionnement normal. En tenant compte de ce débit maximal, l'ASN vous demande de vérifier que le débit d'eau injectée par la PIJ-ND est suffisant pour maîtriser la réactivité lors du repli du réacteur avec la stratégie de conduite ND « primaire intègre » en considérant une chute partielle des grappes (configuration TGI-X). Vos conclusions sont attendues au plus tard lors du dépôt de la demande de modifications associée aux modifications du lot B du RP4 1300.

A 3-5 - Etats initiaux du réacteur non couverts par la conduite ND

La conduite ND prévue par EDF ne s'applique pas pour certains états initiaux du réacteur : l'état API SO piscine BR non remplissable avec trou d'homme pressuriseur ouvert, ainsi que des états APR ou API pour lesquels la piscine BR est remplie ou étanche/remplissable (tapes de fond de piscine posées) et pour lesquels soit le tube de transfert est fermé, soit des batardeaux sont posés, empêchant l'appoint depuis la piscine BK vers la piscine BR. D'après EDF, pour les réacteurs du palier 1300 MWe, ces états non couverts représentent de l'ordre de 1,4% du cycle. EDF a toutefois identifié pour ces états des stratégies de conduite visant à retarder la dégradation de la situation. EDF a précisé [5] que ces stratégies sont des « *stratégies de conduite alternatives « atypiques » qui ne peuvent pas appartenir à la démonstration de sûreté du noyau dur en tant que telles* » et que « *EDF n'a pas d'exigence de résultat sur la couverture de ces états pour les situations ND* ». Ainsi, par exemple, la majorité de ces stratégies font intervenir la réalimentation de la bache PTR soit comme solution pérenne, soit afin de maintenir un appoint dans le circuit primaire permettant d'éviter ou a minima de repousser la fusion du cœur. Pour le palier 1300 MWe, EDF a évalué [5] le délai de grâce de réalimentation de la bache PTR, pour éviter un découvrement du cœur en situations noyau dur dans les états APR non couverts par la conduite ND, à 58h (avec des hypothèses enveloppes selon EDF). EDF indique toutefois [5] que « *concernant le besoin de réalimentation de la bache PTR dans les états « non couverts », les missions de la FARN relèvent d'une approche capacitaire sans exigence de résultat dans le délai imparti* ».

Bien qu'ils ne fassent pas explicitement partie de la démonstration de sûreté, l'ASN considère qu'il appartiendra à EDF de maintenir dans la durée, pour les réacteurs de 900, 1300 et 1450 MWe, les organisations et moyens matériels et intellectuels nécessaires à la mise en œuvre, en situations noyau

dur, des stratégies de conduite alternatives pour les états initiaux du réacteur non couverts par la conduite ND.