



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 2 août 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00122

Objet : EDF – REP – Tous paliers – Intégration des situations H1 de site dans la démonstration de sûreté.

Réf. : [1] Avis IRSN – 2021-00001 du 7 janvier 2021.
[2] Saisine ASN – CODEP-DCN-2023-003641 du 1^{er} juin 2023.
[3] Avis IRSN – 2020-00212 du 23 décembre 2020.

À la suite de l'accident survenu au Japon sur la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi et des évaluations complémentaires de sûreté qui ont ensuite été menées en France sur les réacteurs nucléaires à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), EDF s'est engagé à intégrer les situations de perte totale de la source froide pour l'ensemble des réacteurs d'un même site (dites situations « H1 de site », à distinguer des situations « H1 de tranche » qui ne concernent qu'un seul réacteur) dans la démonstration de sûreté.

Cet engagement découle du constat que la source froide et la station de pompage pouvaient constituer un mode commun de site en cas d'agression externe d'origine naturelle de référence ou d'une combinaison plausible entre une agression externe de référence et un phénomène spécifique à la source froide.

EDF a tout d'abord transmis, en mars 2020, à l'ASN, les éléments de principe et les premières études posant les « bases d'intégration » des situations H1 de site dans la démonstration de sûreté. Ceux-ci ont fait l'objet d'une analyse préliminaire de la part de l'IRSN dans le cadre de l'avis en référence [1].

Puis, en 2022, EDF a demandé à l'ASN l'autorisation de mettre en œuvre la modification intellectuelle « *intégration des situations H1 de site* » sur le site du Bugey du palier CP0, les sites de Saint-Laurent, de Cruas et du Blayais du palier CPY, ainsi que sur l'ensemble des sites du palier 1300 MWe et du palier N4. Cette modification se décline sous la forme de dossiers dits « DA H1 de site » qui regroupent l'ensemble des modifications relatives aux sites d'un même palier. Pour un site donné, le DA H1 de site sera mis en œuvre lorsque tous les réacteurs du site sont à un même état technique, qui peut différer d'un site à l'autre.

Par la saisine en référence [2], l'ASN a sollicité l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la cohérence des agresseurs retenus par EDF pour déterminer les durées enveloppe des situations H1 de site, l'acceptabilité des études réalisées en support à la stratégie de conduite proposée, ainsi que la suffisance sur le plan de la sûreté des évolutions des règles générales d'exploitation (RGE) prévues par EDF, et ce pour l'ensemble des sites concernés par la mise en œuvre de la présente modification.

MEMBRE DE
ETSON

Le présent avis expose ainsi successivement les conclusions de l'IRSN concernant :

- les scénarios H1 de site retenus par EDF ;
- les études réalisées en support à l'élaboration de la stratégie de conduite H1 de site. Elles concernent :
 - le comportement des joints des pompes primaires,
 - le fonctionnement de la pompe du circuit de contrôle chimique et volumétrique (RCV) qui assure l'injection aux joints des pompes primaire (IJPP),
 - l'autonomie du site en termes de moyens de réalimentation en eau de la bache du système de secours des générateurs de vapeur (ASG) et d'appoint à la piscine de désactivation du combustible (BK),
 - la mise en œuvre du système d'alimentation en eau brute généralisée pour l'ultime secours (SEG),
 - la thermohydraulique et la neutronique ;
- les évolutions proposées concernant les chapitres III (spécifications techniques d'exploitation), VI (conduite incidentelle accidentelle) et IX (essais périodiques) des règles générales d'exploitation.

À l'issue de l'expertise menée par l'IRSN, EDF a complété et amendé le dossier déposé et pris un certain nombre d'engagements. Les conclusions de l'IRSN intègrent l'ensemble de ces éléments.

Concernant le site du Bugey, alors que le dossier DA H1 de site soumis à autorisation est établi sur un état technique de référence VD4¹ phase A, EDF prévoit finalement de le déployer sur un état technique VD4 phase B. Un nouveau dossier établi sur ce nouvel état technique sera ainsi ultérieurement soumis à autorisation. EDF identifiant toutefois peu d'évolutions entre ces deux dossiers, celui établi sur l'état technique VD4 phase A a été analysé par l'IRSN dans le cadre du présent avis, hormis certains amendements apportés aux chapitres III et IX des RGE qui sont amenés à évoluer à l'état technique VD4 phase B.

1. SCÉNARIOS H1 DE SITE RETENUS

Les scénarios H1 de site considérés par EDF dans la démonstration de sûreté correspondent à une perte totale de la source froide sur l'ensemble des réacteurs d'un site, consécutive à une agression externe d'origine naturelle de référence ou à une combinaison plausible d'agressions. **Les scénarios retenus par EDF, qui dépendent des sites considérés, n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

2. ÉTUDES SUPPORT À L'ÉLABORATION DE LA STRATÉGIE DE CONDUITE H1 DE SITE

Une perte totale de la source froide entraîne à terme la perte totale du système de réfrigération intermédiaire du réacteur (RRI). La perte du système RRI étant plus pénalisante au regard des conséquences sur le réacteur, c'est donc ce transitoire qui est étudié en premier lieu par EDF dans la démonstration de sûreté.

EDF propose une stratégie de conduite identique pour les situations H1 de tranche et les situations H1 de site. Étant donné le maintien nécessaire de l'IJPP pour, d'une part éviter une dégradation des joints des groupes

¹ VD4 : quatrième visite décennale. Les modifications mises en œuvre dans le cadre du quatrième réexamen périodique sont déployées en plusieurs lots : phase A, phase B et phase B compléments.

motopompes primaires (GMPP), et d'autre part injecter du bore afin d'assurer la maîtrise de la réactivité, le circuit primaire se remplit du fait de l'absence d'exutoire².

Afin de limiter ce remplissage, EDF modifie la stratégie de conduite actuelle de la situation H1 de tranche pour diminuer le débit d'IJPP et arrêter l'injection de manière anticipée³, c'est-à-dire avant l'atteinte de l'état dit de repli comme c'est le cas actuellement, état dans lequel le réacteur peut être maintenu durablement sans injection aux joints. Cette nouvelle stratégie pour la situation H1 de tranche qui est, comme mentionné *supra*, celle proposée par EDF, pour la situation H1 de site, est appelée « nouvelle stratégie » dans la suite de l'avis.

2.1. COMPORTEMENT DES JOINTS DES POMPES PRIMAIRES EN SITUATION H1

Lors d'une situation H1, la perte de la barrière thermique⁴ des pompes primaires entraîne une augmentation de la température de l'eau vue par les joints des pompes. Cette montée en température génère une augmentation de leur débit de fuite et, par conséquent, un risque de dégradation de ces derniers. En effet, le débit de fuite des joints correspond à la partie du débit de l'IJPP qui assure notamment le refroidissement des joints et qui est ensuite dirigée vers le système RCV ; l'autre partie du débit d'IJPP retourne vers le circuit primaire et permet notamment d'éviter à l'eau chaude du circuit primaire de remonter. Le débit d'IJPP doit donc être supérieur, avec une marge suffisante, au débit de fuite pour empêcher une remontée de l'eau du circuit primaire. Dans le cadre du DA H1 de site, l'IRSN a expertisé les conséquences de la nouvelle conduite sur le comportement des joints des pompes primaires, avant et après arrêt de l'IJPP.

EDF a produit une étude sur le comportement des joints qui repose principalement sur les résultats d'essais, dits « essais Karlstein », permettant notamment d'étudier le comportement de bloc-joints⁵ en cas d'échauffement (résultats déjà expertisés par l'IRSN dans le cadre de l'avis [3]), et sur une estimation des débits de fuite lors des différentes phases de la conduite H1.

Concernant la première phase de l'accident, à savoir de l'occurrence de l'initiateur jusqu'à la première action de l'équipe de conduite, l'IRSN constate que la température de l'eau vue par les joints pourrait dépasser le critère historique de 95 °C, mais que cela est acceptable au vu des résultats des essais Karlstein.

Concernant la deuxième phase de l'accident, qui se termine au moment où l'opérateur arrête l'IJPP, le paramètre clé est la gestion des fuites aux joints des GMPP, dont le débit augmente en situation H1. Dans cette phase, il est essentiel de maintenir à tous moments un débit d'IJPP supérieur au débit de fuite des pompes primaires pour éviter une remontée de l'eau chaude du circuit primaire. Cette remontée d'eau chaude entraînerait une augmentation du débit de fuite et par conséquent une réduction de la quantité d'eau borée injectée dans le circuit primaire (voir l'impact sur la maîtrise de la réactivité au paragraphe 2.5).

Pour déterminer le débit de fuite aux joints, EDF se fonde sur une ancienne étude dans laquelle l'IJPP était assurée par la pompe dite de test, et non par la pompe RCV (utilisée par la nouvelle conduite objet du présent avis). Or, le passage de l'eau au travers de la pompe RCV entraîne une température d'injection aux joints plus élevée qu'avec la pompe de test, ce qui a pour effet d'augmenter le débit de fuite. Pour l'IRSN, les conservatismes considérés par ailleurs dans l'étude ne sont pas suffisants pour compenser la sous-évaluation du débit de fuite. L'étude ne permet donc pas de garantir, pour toutes les situations étudiées, un débit d'injection supérieur, avec une marge suffisante, au débit de fuite. Ce constat est valable pour l'ensemble des paliers. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 présentée en annexe.**

² En effet, la perte du système RRI entraîne l'isolement de la décharge du circuit primaire.

³ Les principes de cette nouvelle stratégie sont toutefois déjà mis en œuvre sur les réacteurs 900 MWe à l'état technique VD4.

⁴ La barrière thermique des pompes primaires permet, en refroidissant l'eau chaude du circuit primaire qui arrive au niveau des joints de ces pompes, de les maintenir à une température modérée.

⁵ Les essais Karlstein ont été réalisés sur des bloc-joints identiques à ceux installés sur les pompes primaires du palier 900 MWe.

Concernant la phase de l'accident allant de l'arrêt de l'IJPP à l'atteinte de l'état de repli du réacteur, le risque identifié est la corrosion hydrothermique des joints des pompes primaires due à une remontée d'eau provenant du circuit primaire à une température trop élevée (qui est celle vue par les joints des pompes primaires une fois l'IJPP arrêtée, la barrière thermique ne remplissant plus son rôle). Les essais Karlstein ont permis de démontrer que ce phénomène disparaissait dès que la température vue par les joints était inférieure à 200 °C. Le critère d'arrêt anticipé de l'IJPP choisi par EDF (en dessous de 200 °C pour le palier N4 et sous 190 °C pour les autres paliers) permet donc de garantir l'intégrité des joints des pompes primaires à long terme.

Les débits de fuite pouvant rester élevés durant cette phase et après l'atteinte de l'état de repli, le fonctionnement d'un appoint en eau au circuit primaire jusqu'à la disparition de l'initiateur doit être assuré (voir paragraphe suivant).

2.2. FONCTIONNEMENT D'UNE POMPE RCV EN SITUATION H1 DE SITE

Pour les réacteurs des paliers 1300 MWe et N4, la situation H1 de site n'a pas d'impact sur les conditions de fonctionnement des pompes RCV. En revanche, cette situation entraîne, pour les réacteurs du palier 900 MWe, une augmentation de la température régnant dans le local des pompes RCV, ainsi qu'une augmentation de la température de leur huile de graissage.

Sur les réacteurs du palier CP0, le refroidissement du circuit de graissage des pompes RCV et du système de ventilation de secours⁶ des locaux abritant ces pompes est assuré par le circuit intermédiaire d'eau déminéralisée SEB Noria, lui-même refroidi en fonctionnement normal par la source froide SEB. Cette source froide étant perdue en situation H1 de site, l'eau du circuit SEB Noria va s'échauffer et compromettre à terme la tenue en température des pompes RCV. Des actions de conduite sont prévues par EDF pour limiter cet échauffement et ainsi préserver la disponibilité d'une pompe RCV. Néanmoins, EDF n'a pas suffisamment justifié, au regard du manque de pénalisation des études fournies, que ces actions seraient suffisantes. À cet égard, EDF s'est engagé à mettre à jour les études thermiques relatives à la situation de perte totale de la source froide, dans un calendrier compatible avec la mise en œuvre de modifications éventuelles dans le cadre du RP5 900⁷, **ce que l'IRSN estime acceptable**. Par ailleurs, le fonctionnement de la pompe RCV au-delà de l'atteinte de l'état de repli, nécessaire au contrôle de l'inventaire en eau du circuit primaire (étant donné la présence persistante d'un débit de fuite aux joints des pompes primaires - voir paragraphe 2.1), fera l'objet d'une expertise dans le cadre de l'examen qui sera mené sur le dossier H1 de site du palier CP0 à l'état technique VD4 phase B.

Pour les réacteurs du palier CPY, le système RRI, refroidi normalement par la source froide, va s'échauffer en situation H1 de site, ce qui induit notamment une dégradation du refroidissement de l'huile de graissage des pompes RCV. Des actions de conduite sont ainsi prévues par EDF pour préserver le fonctionnement d'une pompe RCV. En particulier, une parade dite « parade PTR⁸ » consiste à refroidir une file RRI en utilisant un lignage du système d'aspersion de secours dans l'enceinte (EAS) permettant de valoriser l'inertie thermique du volume d'eau stocké dans la bêche PTR. Le fonctionnement des systèmes EAS et RRI dans une telle configuration permet de ralentir le réchauffement de l'eau d'une voie RRI et de préserver ainsi le refroidissement du circuit de graissage d'une pompe RCV.

Dans son dossier initial, EDF a étudié le scénario H1 de site avec MDTE⁹ considérant cette situation enveloppe d'un point de vue thermique. Cependant, l'expertise de l'IRSN a montré que le scénario H1 de site sans MDTE est pénalisant dans la première partie du transitoire avant la mise en œuvre de la parade PTR.

⁶ La ventilation normale des locaux est considérée perdue étant donné l'hypothèse de perte des alimentations électriques externes.

⁷ RP5 900 : cinquième réexamen périodique des réacteurs nucléaires de 900 MWe.

⁸ PTR : système de traitement et de refroidissement de l'eau des piscines.

⁹ MDTE : manque de tension externe.

Ainsi, EDF a réalisé une étude de la situation H1 de site sans MDTE qui montre un léger dépassement de la température du système RRI permettant d'assurer un refroidissement correct de la pompe RCV, ce qui, de son point de vue, ne serait pas de nature à remettre en cause la disponibilité de la pompe RCV. Toutefois, EDF s'est engagé à mettre en œuvre une modification matérielle, qui interviendra après l'intégration du DA H1 de site, et qui permettra de garantir la tenue en température de l'ensemble des équipements nécessaires pour assurer le repli et le maintien en état sûr des réacteurs dans les situations de perte de la source froide. **L'IRSN estime que cet engagement est satisfaisant dans le principe, et que la modification doit être mise en œuvre dans les meilleurs délais.**

Enfin, pour l'ensemble des paliers, l'IRSN a constaté que la conduite d'une situation H1 de site suppose le fonctionnement prolongé d'une pompe RCV à un faible débit, de l'ordre de 6 m³/h pour le palier 900 MWe et de 8 m³/h pour les paliers 1300 MWe et N4, et avec une température du fluide à l'aspiration pouvant dépasser 40 °C. Or, la qualification des pompes ne retient pas cette situation. À cet égard, EDF a apporté au cours de l'expertise des éléments rassurants sur la capacité des pompes RCV à fonctionner durablement dans ces conditions. EDF s'est engagé à compléter en conséquence les notes de synthèse de qualification des pompes RCV, dans le cadre de leur prochaine visite décennale pour les réacteurs des paliers CPY et N4, et dans le cadre du déploiement du DA H1 de site pour les réacteurs des paliers CP0 et 1300 MWe. **L'IRSN estime que cet engagement est satisfaisant, et qu'il appartiendra à EDF de vérifier que les essais périodiques prescrits sur les pompes RCV permettent de vérifier le bon fonctionnement des pompes RCV à bas débit.**

2.3. ÉTUDES D'AUTONOMIE DE SITE

Les études dites d'autonomie en situation H1 de site ont pour but de déterminer, pour ces situations et pour chaque réacteur, les exigences (en termes de disponibilité et de débit minimum) relatives aux systèmes, permettant d'effectuer un appoint en eau à la bêche ASG¹⁰ et à la piscine BK¹¹. Ces exigences sont déterminées, pour chaque site, au regard de la durée de la perte totale de la source froide à considérer, et pour chaque domaine d'exploitation. Enfin, ces études servent à définir les seuils de mise en œuvre des différentes réalimentations possibles dans les procédures de conduite du chapitre VI des RGE.

Concernant la réalimentation des baches ASG, les premières réserves en eau disponibles sont constituées par les réservoirs du système de distribution d'eau déminéralisée (SER), présents sur tous les sites. Un complément est ensuite nécessaire. Certains sites disposent de réserves d'eau associées au système JP*¹² utilisables en situation H1 de site dont la disponibilité est ainsi requise. Pour les autres sites ainsi que le site du Bugey, un appoint d'eau par le système SEG est requis ; il a alors été vérifié que la mise en service effective de l'appoint par le système SEG est possible dans les délais requis (voir paragraphe 2.4). **L'IRSN considère que les études d'EDF sont acceptables, malgré l'absence de prise en compte d'incertitudes sur les niveaux d'eau dans les baches ASG et SER. Elles mettent toutefois en exergue de faibles marges.**

Concernant les besoins d'appoint en eau dans les piscines BK en situation H1 de site par le système SEG, les sites concernés sont ceux pour lesquels un appoint aux baches ASG est également nécessaire par ce système. Cet appoint aux piscines BK n'est requis que pour les états « réacteur complètement déchargé » et « arrêt pour rechargement ». Pour les autres états, les études montrent que la disponibilité de la source froide est retrouvée dans des délais rendant non nécessaire le recours au système SEG. **L'IRSN n'a pas de remarque sur les conclusions de l'évaluation faite par EDF.**

¹⁰Dans les états où le circuit primaire est fermé, en situation H1, le réacteur est refroidi par les générateurs de vapeur alimentés par le système ASG. Il est donc essentiel de garantir un appoint en eau suffisant aux baches ASG.

¹¹En situation H1, le refroidissement de la piscine BK étant perdu, l'évacuation de la puissance résiduelle est réalisée par évaporation de l'eau. Il est donc nécessaire de réaliser des appoints en eau à la piscine pour maintenir les assemblages de combustible sous eau.

¹²JP* : système de lutte contre l'incendie.

2.4. MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME SEG EN SITUATION H1 DE SITE

Le système SEG est installé sur les sites dans le cadre des actions post-Fukushima. Sur les réacteurs sur lesquels le DA H1 de site est prévu d'être déployé, la mise en œuvre du système SEG nécessite l'installation de tuyauteries flexibles.

Les justifications apportées par EDF pour ce qui concerne la capacité des équipes de conduite à mettre en œuvre les actions relatives au déploiement du système SEG, dans des délais permettant de garantir le maintien de l'alimentation en eau des générateurs de vapeur et le non découverture d'un assemblage de combustible en cours de manutention en piscine BK (cas le plus pénalisant), n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN, EDF ayant en outre pris un certain nombre d'engagements visant à fiabiliser sa mise en œuvre.

Lors de la requalification fonctionnelle du système SEG, EDF ne prévoit pas de réaliser une injection directe de l'eau provenant du système SEG dans la bache ASG ou dans la piscine BK pour vérifier le respect des débits requis. EDF prévoit toutefois de réaliser ces essais par « morceaux » sur chacun des paliers, dans des configurations représentatives de celles rencontrées en situation H1 de site. Même si une requalification fonctionnelle globale avec une injection d'eau au plus proche des utilisateurs aurait été plus pertinente pour valider les calculs théoriques qu'une requalification par morceaux, **l'IRSN estime que la requalification par morceaux du circuit SEG proposée par EDF dans le cadre de la mise en œuvre du DA H1 de site est acceptable.**

2.5. ÉTUDES THERMOHYDRAULIQUES ET NEUTRONIQUES

En support à l'élaboration de la stratégie de conduite préconisée pour la situation H1 de site, EDF a réalisé des études thermohydrauliques et neutroniques, conformes aux règles d'études du domaine complémentaire¹³, visant à démontrer un remplissage maîtrisé du pressuriseur tout en assurant à la fois l'évacuation de la puissance résiduelle et la maîtrise de la réactivité.

Concernant la démonstration de la suffisance des réserves en eau du circuit secondaire pour évacuer la puissance résiduelle, l'IRSN estime que, bien que la plupart des hypothèses retenues soient conservatives, certaines d'entre elles ne sont pas suffisamment pénalisées (absence de prise en compte d'incertitudes sur les actions de conduite des opérateurs, valorisation des chaufferettes non secourues du pressuriseur, valeur retenue pour le gradient de refroidissement du fluide présent sous le dôme de la cuve). **Néanmoins, l'IRSN considère que ces éléments ne remettent pas en cause les conclusions des études d'autonomie de site.**

Concernant la démonstration de la suffisance de l'inventaire en eau dans le circuit primaire et de la maîtrise de la réactivité, l'IRSN estime que certaines hypothèses ne sont pas suffisamment conservatives, ce qui est le cas notamment des débits de fuites aux joints des pompes primaires, débits qui peuvent être notables (voir paragraphe 2.1). **Ainsi, les études fournies par EDF ne permettent notamment pas de démontrer le maintien de la sous-criticité du cœur avec un haut niveau de confiance tel que requis pour les situations relevant du domaine complémentaire.** À cet égard, il est important de souligner que, en cas de retour en puissance, les réserves en eau du circuit secondaire pourraient s'avérer insuffisantes pour évacuer le surplus d'énergie généré par le cœur (voir paragraphe 2.3).

De surcroît, pour les réacteurs à l'état technique VD3¹⁴ des paliers CPY et 1300 MWe, la nouvelle stratégie de conduite prévue par EDF, en limitant le débit d'IJPP pour maîtriser le remplissage du pressuriseur, amène à une diminution de la quantité de bore injectée dans le circuit primaire. Pour rappel, il est nécessaire d'injecter

¹³ Les études du domaine complémentaire ont pour objectif de démontrer l'efficacité des dispositions dites complémentaires visant à ramener à un niveau acceptable les conséquences d'événements déclencheurs moins probables, généralement plus complexes, que ceux pris en compte dans le domaine de dimensionnement. Les paramètres dominants de ces études sont pénalisés afin de démontrer que les critères d'acceptabilité sont respectés avec un taux de couverture élevé (typiquement 95 %). Les études H1 relèvent du domaine complémentaire.

¹⁴ VD3 : troisième visite décennale.

suffisamment de bore pour maîtriser la réactivité. Ainsi, l'IRSN estime que, avant le déploiement effectif de cette nouvelle conduite, la démonstration de la maîtrise de la réactivité avec un haut niveau de confiance doit être apportée pour ces réacteurs, ce qui fait l'objet de recommandation n° 2 présentée en annexe.

Pour les réacteurs du palier CPY à l'état technique VD4 et les réacteurs du palier CP0, cette stratégie de conduite est déjà mise en œuvre. Pour le palier N4, du fait de l'utilisation d'une borication plus efficace, cette stratégie de conduite constitue une amélioration de sûreté, y compris vis-à-vis de la maîtrise de la réactivité. Cependant, la démonstration de la maîtrise de la réactivité avec un haut niveau de confiance n'ayant pas été apportée pour ces réacteurs, l'IRSN formule la recommandation n° 3 présentée en annexe.

3. MODIFICATIONS DES RÈGLES GÉNÉRALES D'EXPLOITATION

3.1. CHAPITRE III DES RGE

Étant donné les engagements pris par EDF au cours de l'expertise, notamment relatifs aux conditions de réalisation de la maintenance préventive des systèmes participant à la conduite H1 de site, les évolutions du chapitre III des RGE sont acceptables.

3.2. CHAPITRE VI DES RGE

Concernant les évolutions du chapitre VI des RGE, l'IRSN considère satisfaisants les engagements pris par EDF au cours de l'expertise concernant notamment l'uniformisation de la conduite entre les différents paliers et la mise en œuvre d'une modification matérielle permettant d'assurer la tenue en température de l'ensemble des équipements nécessaires pour assurer le repli et le maintien en état sûr des réacteurs du palier CPY dans les situations de perte totale de la source froide (voir paragraphe 2.2). Toutefois, les évolutions du chapitre VI des RGE traduisent la mise en œuvre opérationnelle de la stratégie prévue par EDF et cette dernière fait l'objet des recommandations n° 1 à n° 3 présentées *supra*.

3.3. CHAPITRE IX DES RGE

Étant donné les engagements pris par EDF au cours de l'expertise concernant notamment la réévaluation de plusieurs exigences du chapitre IX des RGE relatives au diesel d'ultime secours (DUS) et à ses fonctions supports sur le palier 1300 MWe, les évolutions du chapitre IX des RGE sont acceptables, hormis le point développé ci-après.

Dans le cadre des DA H1 de site, EDF prévoit de vérifier la manœuvrabilité des clapets anti-retour situés sur les lignes d'injection du système SEG vers la bêche ASG et vers la piscine BK lors d'un essai périodique décennal. Aucune maintenance préventive de ces clapets n'est prévue par EDF du fait de leur technologie robuste et du retour d'expérience positif de ce type de clapet.

Pour l'IRSN, un blocage du battant de ces clapets remettrait en cause la capacité du système SEG à réalimenter la bêche ASG et à refroidir la piscine BK. Par ailleurs, les conditions de conservation en eau des équipements, et donc de ce clapet, peuvent conduire à des phénomènes comme du grippage, pouvant se produire même s'ils sont a priori exclus du fait du choix des matériaux¹⁵. L'IRSN estime donc qu'une périodicité décennale pour le contrôle de la manœuvrabilité de ces clapets n'est pas adaptée à l'enjeu de sûreté que représente un blocage du battant de ces clapets. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 4 présentée en annexe.**

¹⁵ À titre d'exemple, lors d'une inspection de l'ASN sur le site de Flamanville en 2022, il a été constaté que les vannes d'une division d'une lance à incendie étaient impossibles à manœuvrer du fait d'une corrosion interne importante, alors que le matériau constitutif n'est en principe pas sensible à la corrosion.

4. CONCLUSION

À la suite de l'accident survenu sur la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi et des évaluations complémentaires de sûreté qui ont ensuite été menées en France sur les réacteurs nucléaires à la demande de l'ASN, EDF s'était engagé à intégrer les situations de perte totale de la source froide sur l'ensemble des réacteurs d'un même site dans la démonstration de sûreté. EDF a ainsi transmis un dossier présentant des évolutions des règles générales d'exploitation permettant de répondre à son engagement, ainsi que des études en support à la stratégie de conduite proposée.

L'IRSN souligne que les scénarios H1 de site retenus par EDF, qui permettent de définir la durée enveloppe de la situation H1 à couvrir pour chaque site, sont acceptables. De plus, EDF a réalisé, pour l'ensemble des paliers, des études visant à vérifier la capacité d'une pompe RCV à assurer l'injection aux joints des pompes primaires en situation H1, qui l'ont notamment amené à proposer des modifications de conduite sur les réacteurs du palier 900 MWe et à prévoir une modification matérielle sur les réacteurs du palier CPY, ce qui est satisfaisant. EDF a en outre réalisé, pour l'ensemble des sites, des études d'autonomie afin de déterminer les exigences relatives aux différents systèmes permettant d'assurer des appoints en eau à la bache ASG et à la piscine BK, et a notamment vérifié que le système SEG pouvait être mis en œuvre dans les délais requis, ce qui est également satisfaisant.

Par ailleurs, étant donné les engagements pris par l'exploitant au cours de l'expertise, les évolutions des chapitres III et IX des RGE n'appellent plus de remarque, hormis le fait que la périodicité retenue pour la manoeuvrabilité des clapets anti-retour situés sur les lignes d'injection du système SEG vers la bache ASG et la piscine BK n'est pas satisfaisante, ce qui fait l'objet d'une recommandation.

Pour ce qui concerne la stratégie de conduite mise en œuvre en situation H1, EDF propose de diminuer le débit d'injection aux joints des pompes primaires et d'arrêter l'injection avant l'atteinte de l'état de repli, dans l'objectif de limiter le remplissage du pressuriseur. L'IRSN considère que cette stratégie ne permet pas de s'assurer de l'absence de risque de remontée d'eau chaude du circuit primaire au niveau des joints qui aurait pour conséquence une augmentation du débit de fuite. De surcroît, l'IRSN estime qu'EDF n'a pas apporté la démonstration de la maîtrise de la réactivité avec un haut niveau de confiance. Ces points font l'objet de recommandations.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2024-00122 DU 2 AOÛT 2024

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'EDF revoie, pour l'ensemble des paliers, sa stratégie de conduite H1 de tranche et de site, pour mieux prendre en compte le comportement des joints des GMPP et éviter le risque de remontée d'eau chaude du circuit primaire dans la cavité des joints.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que, pour les réacteurs à l'état technique VD3 des paliers CPY et 1300 MWe, EDF démontre la maîtrise de la réactivité avec la nouvelle stratégie de conduite prévue en situation de perte RRI avant son déploiement effectif. Les études en support à cette démonstration devront être réalisées en pénalisant les paramètres dominants au regard de chacun des risques, notamment le débit de fuite aux joints des GMPP en situation H1.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que, pour les réacteurs du palier CPY à l'état technique VD4 et pour les réacteurs des paliers CP0 et N4, EDF démontre la maîtrise de la réactivité avec la nouvelle stratégie de conduite prévue en situation de perte RRI. Les études en support à cette démonstration devront être réalisées en pénalisant les paramètres dominants au regard de chacun des risques, notamment le débit de fuite aux joints des GMPP en situation H1.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande que, dans le cadre du déploiement des DA H1 de site sur les réacteurs du palier CPY, du palier N4, ainsi que sur les réacteurs de 1300 MWe du train P'4 hors site de Penly, EDF prescrive, tous les cinq ans, un essai de libre manoeuvrabilité du battant des clapets anti-retour situés sur les lignes d'injection SEG vers la bache ASG et vers la piscine BK au titre de la maintenance préventive.