



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 24 novembre 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2023-00172

Objet : EDF – REP – Centrale nucléaire de Dampierre – INB 84
Examen du rapport de conclusion du réexamen périodique du réacteur n° 2 à l'issue de sa quatrième visite décennale.

Réf. :

- [1] Saisine ASN - CODEP-DCN-2021-026459 du 21 juin 2021.
- [2] Décision de l'ASN N° 2021-DC-0706 du 23 février 2021.
- [3] Lettre ASN N° CODEP-DCN-2016-007286 du 20 avril 2016.
- [4] Avis IRSN N° 2020-00053 du 31 mars 2020.
- [5] Avis IRSN N° 2019-00048 du 6 mars 2019.
- [6] Avis IRSN N° 2018-00043 du 23 février 2018.
- [7] Avis IRSN N° 2018-00295 du 8 novembre 2018.
- [8] Avis IRSN N° 2019-00221 du 2 octobre 2019.
- [9] Avis IRSN N° 2020-00099 du 26 juin 2020.
- [10] Avis IRSN N° 2023-00034 du 6 mars 2023.
- [11] Avis IRSN N° 2022-00229 du 9 décembre 2022.
- [12] Avis IRSN N° 2019-00019 du 6 février 2019.
- [13] Avis IRSN N° 2019-00282 du 13 décembre 2019.
- [14] Avis IRSN N° 2022-00068 du 5 avril 2022.
- [15] Avis IRSN N° 2022-00012 du 27 janvier 2022.
- [16] Avis IRSN N° 2022-00098 du 5 mai 2022.

Par la lettre en référence [1], l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) son avis technique concernant les conclusions tirées par EDF du réexamen périodique associé à la quatrième visite décennale (VD4) du réacteur n° 2 du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Dampierre. L'objectif est de permettre à l'ASN de statuer quant à la poursuite d'exploitation de ce réacteur.

À l'issue de la quatrième visite décennale du réacteur n° 2, EDF a adressé son rapport de conclusion du réexamen périodique (RCR) à l'ASN. Dans ce rapport, l'exploitant du CNPE de Dampierre évalue la conformité de son installation, ainsi que la complétude des modifications réalisées ou planifiées afin de remédier aux écarts constatés ou d'améliorer la sûreté de l'installation. Pour cela, l'exploitant utilise les études génériques conduites par EDF dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe (RP4-900).

MEMBRE DE
ETSON

L'analyse menée par l'IRSN de ce rapport porte sur la conformité du réacteur à son référentiel de sûreté, sur la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence, ainsi que sur la réévaluation de sûreté. Seules les thématiques présentant des spécificités du réacteur ou du site par rapport aux études génériques sont examinées.

Par ailleurs, les actions réalisées par l'exploitant pour répondre aux prescriptions techniques de l'ASN [2] arrivées au terme de leur échéance sont également analysées.

1. RAPPEL DES ÉTUDES GÉNÉRIQUES CONDUITES PAR EDF DANS LE CADRE DU QUATRIÈME RÉEXAMEN PÉRIODIQUE

L'ASN a indiqué à EDF en 2016 sa position concernant les orientations du RP4 900 et en a fixé les objectifs à atteindre [3], à savoir :

- la vérification de l'état des installations et de leur conformité aux exigences qui leur sont applicables, en particulier concernant la maîtrise du vieillissement des équipements importants pour la sûreté ;
- l'amélioration de la prise en compte des agressions dans la démonstration de sûreté ;
- l'amélioration de la prévention des accidents conduisant à la fusion du cœur ;
- l'amélioration de la prise en compte des accidents susceptibles d'affecter la piscine d'entreposage du combustible ;
- la limitation des conséquences des accidents avec fusion du cœur ;
- la réduction des conséquences radiologiques des accidents ;
- l'intégration de l'ensemble des modifications qui découlent des enseignements de l'accident survenu sur la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi.

Pour répondre à ces objectifs, EDF a engagé un ensemble d'études, à l'issue desquelles il a défini les dispositions à mettre en œuvre dans le cadre du réexamen de chacun des réacteurs concernés. Ces dispositions concernent, d'une part les contrôles et vérifications à réaliser afin de s'assurer du maintien, dans le temps, de la conformité des systèmes, structures et composants participant à la démonstration de sûreté, d'autre part les améliorations de sûreté apportées afin, notamment, de tendre vers le niveau de sûreté des réacteurs de troisième génération.

Dans le cadre de la vérification de la conformité des installations aux exigences de sûreté, l'exploitant réalise des contrôles spécifiques, avec l'examen de conformité des réacteurs, le programme d'investigations complémentaires, la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence, les essais particuliers, en complément des contrôles réalisés en exploitation courante. Dans le cadre du quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe, ces contrôles revêtent une importance particulière, certains matériels ou équipements ayant été conçus avec une hypothèse de durée de vie de 40 ans.

Pour ce qui est des exigences de sûreté réévaluées, le quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe coïncide notamment avec l'engagement de la troisième phase de déploiement des dispositions définies dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté, à savoir les dispositions du « noyau dur¹ » (ND).

Le périmètre de ce quatrième réexamen est plus étendu que celui des réexamens précédents. De ce fait, EDF a défini une stratégie spécifique de déploiement des modifications propres à ce réexamen. EDF considère que

¹ À la suite de l'accident survenu sur la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi, l'ASN a prescrit la mise en place, sur l'ensemble des réacteurs du Parc, d'un noyau dur de dispositions matérielles et organisationnelles robustes visant, pour les situations extrêmes étudiées dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté (cumul de perte totale de la source froide et de la perte des sources électriques externes et internes dû à une agression ou un cumul d'agressions), à :

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

cette stratégie permet de maîtriser le volume des travaux pour l'ensemble du parc électronucléaire et d'échelonner la formation des agents EDF aux évolutions de l'exploitation des réacteurs induites par les modifications apportées.

Cette stratégie a abouti à un déploiement des modifications en deux phases distinctes, dites phases « A » et « B ». Les modifications de la phase A auront été réalisées au redémarrage du réacteur au terme de sa visite décennale. Les modifications de la phase B seront déployées au plus tard lors du deuxième arrêt pour renouvellement du combustible, de type « visite partielle », après la visite décennale, soit au plus tard quatre ans après cette visite décennale.

Les modifications décidées à l'issue de l'expertise de l'IRSN ou en réponse aux prescriptions techniques et demandes de l'ASN s'inscrivent dans une phase supplémentaire, dite « phase B complémentaire », qui est en cours de définition.

L'IRSN a élaboré une synthèse de ses expertises relatives à la phase générique du quatrième réexamen périodique de sûreté des réacteurs de 900 MWe mené par EDF [4]. Ces expertises ont consisté d'une part à examiner les propositions d'EDF visant à maintenir la conformité des installations, d'autre part à évaluer la sûreté des installations au regard des objectifs applicables aux réacteurs de nouvelle génération.

En l'état actuel des expertises menées lors de la phase générique de ce réexamen, l'IRSN retient que le programme de modification des installations prévu par EDF devrait lui permettre de répondre aux objectifs fixés par l'ASN, moyennant des compléments significatifs à la démonstration de sûreté et des modifications d'installation supplémentaires. Ces actions ont, pour la plupart, fait l'objet d'engagements de l'exploitant, dont une partie a été prescrite par décision de l'ASN. En complément, l'ASN a prescrit des dispositions supplémentaires qui ont été jugées nécessaires à l'atteinte des objectifs du réexamen [2].

2. ANALYSE DU RCR DU RÉACTEUR N° 2 DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE

Le RCR du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Dampierre a été établi par EDF à l'issue de son arrêt pour la quatrième visite décennale, qui s'est déroulé du 27 avril 2022 (date de découplage du réseau) au 31 décembre 2022 (date du couplage au réseau électrique). La divergence du réacteur a eu lieu le 27 décembre 2022.

À l'issue de cet arrêt, l'ensemble des modifications matérielles prévues dans le cadre de la phase A a été déployé conformément au programme défini, hormis la modification matérielle consistant à installer, sur la décharge du circuit de contrôle volumétrique et chimique du circuit primaire, un boremètre permettant une mesure redondante et diversifiée de la concentration en bore du circuit primaire. Ce boremètre, à l'instar des autres réacteurs du parc, eu égard à des problèmes de fiabilité, n'a pas été mis en service. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

2.1. VÉRIFICATION DE LA CONFORMITÉ

L'exhaustivité des thèmes retenus par EDF pour les examens de conformité des tranches (ECOT), réalisés dans le cadre du RP4-900 au regard des objectifs de sûreté fixés lors des orientations des réexamens de sûreté associés, a été examinée par l'IRSN dans le cadre de son avis en référence [5]. Les résultats de ces examens ont été reçus au fil de l'eau et les écarts ont été traités lors de la VD4 du réacteur n° 2 du CNPE de Dampierre à l'exception de l'écart de conformité n° 576 « *Ancrages des matériels suite à application du PBMP* » qui n'a pas été traité intégralement, pour les matériels participant au chemin sûr² ou présents dans le BR, avant le redémarrage du

² Enchaînement d'actions de conduite associées à une liste de matériels dont l'efficacité et la suffisance pour ramener un réacteur électronucléaire depuis une situation d'accident définie vers un « état sûr » sont démontrées.

réacteur, à la suite d'une erreur d'identification de sept ancrages de tuyauteries des systèmes RRI³ et RCV⁴. Ce point a fait l'objet d'une déclaration d'un ESS⁵ INES⁶ 1 par l'exploitant. Un des sept supports a été remis en conformité le 29 janvier 2023. Quant aux autres supports, ils ont été jugés conformes *a posteriori*.

Par ailleurs, le programme d'investigations complémentaires (PIC) a été expertisé par l'IRSN dans le cadre de son avis en référence [6]. **Le RCR indique que les contrôles réalisés au titre du PIC sur le réacteur n° 2 du CNPE de Dampierre n'ont révélé aucun écart.**

Étant donné les modifications matérielles et les évolutions du référentiel d'exploitation prévues dans le cadre du quatrième réexamen, l'exploitant du réacteur n° 2 du CNPE de Dampierre s'est assuré de l'absence de régression de la sûreté et de la disponibilité des systèmes importants pour la sûreté. Ces vérifications ont été réalisées notamment grâce à :

- des essais de requalification à la suite des modifications matérielles effectuées, pour valider la conception, la bonne réalisation sur le site de ces dernières et pour vérifier l'absence d'impact sur le fonctionnement des systèmes en interface ;
- des essais périodiques menés au titre du chapitre IX des règles générales d'exploitation (RGE), de périodicité décennale ou dix ans⁷ ;
- des essais réglementaires, associés à une visite décennale, comme l'épreuve hydraulique du circuit primaire principal et l'essai visant à vérifier l'étanchéité de l'enceinte de confinement.

Les résultats de ces essais ont été jugés satisfaisants par EDF. Un examen des résultats de ces essais a été réalisé par sondage lors de différentes inspections de l'ASN avec l'appui de l'IRSN. **Ces examens n'ont pas mis en évidence d'éléments susceptibles de remettre en cause la poursuite de l'exploitation de ce réacteur.**

Par ailleurs, des essais dits « particuliers », visant à compléter les essais périodiques, à conforter les hypothèses de modélisation ou la qualification de certains outils de calcul scientifique et à vérifier l'opérabilité de certaines dispositions mises en œuvre en situations accidentelles, restent à réaliser d'ici le 31 décembre 2024.

2.2. MAÎTRISE DU VIEILLISSEMENT

Le processus général de maîtrise du vieillissement appliqué aux réacteurs de 900 MWe a été précédemment expertisé par l'IRSN et les conclusions de cette expertise ont été présentées dans l'avis en référence [6], ainsi qu'à deux groupes permanents d'experts auprès de l'ASN, respectivement chargés des équipements sous pression et des réacteurs, lors des réunions des 15, 21 et 22 mars 2018.

L'aptitude au service de la cuve du réacteur n° 2 du CNPE de Dampierre est démontrée pour 10 ans de fonctionnement au-delà des VD4 ([7], [8] et [9]). À cet égard, le programme de suivi de l'irradiation (PSI) des cuves a révélé un résultat expérimental atypique pour la cuve du réacteur n° 2 du CNPE de Dampierre. Ce résultat présente un écart par rapport aux prévisions de la loi empirique de fragilisation. D'après EDF, cet écart est lié à la présence d'hétérogénéités métallurgiques conduisant à un biais expérimental. Par la suite, EDF a défini un programme expérimental afin de minimiser les hétérogénéités métallurgiques entre jeux d'éprouvettes non irradiées et irradiées. Le nouveau résultat expérimental de fragilisation par irradiation pour la cuve du réacteur

³ RRI : système de réfrigération intermédiaire.

⁴ RCV : système de contrôle de la chimie et de la volumétrie du circuit primaire.

⁵ ESS : événement significatif pour la sûreté.

⁶ INES : international nuclear event scale.

⁷ Un essai de périodicité décennale sera obligatoirement réalisé lors de la visite décennale du réacteur a contrario d'un essai de périodicité dix ans qui, lui, pourra être réalisé quel que soit le type d'arrêt ou même lorsque le réacteur est en fonctionnement si le chapitre IX l'autorise.

n° 2 de Dampierre, déterminé sur la base d'essais complémentaires, apparaît conforme à la prédiction. Ainsi, l'IRSN a estimé acceptable la méthodologie et valable le nouveau résultat expérimental [10].

Le dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation (DAPE) spécifique au réacteur n° 2 du CNPE de Dampierre précise que les principales particularités de conception de l'enceinte de confinement de ce réacteur ont été mentionnées dans le DAPE générique des enceintes des réacteurs de 900 MWe. De plus, les risques liés au gonflement interne du béton ont bien été intégrés dans le DAPE. Par ailleurs, l'épreuve de l'enceinte de confinement n'a révélé aucun dysfonctionnement et les résultats obtenus lors de la montée en pression sont comparables ceux obtenus lors de l'épreuve précédente. **Ces éléments attestent du bon comportement général de l'ouvrage et n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

Pour le réacteur n° 2 du CNPE de Dampierre, le DAPE a été mis à jour en juin 2023 en intégrant les résultats des contrôles et des travaux de maintenance réalisés avant et pendant la VD4. Ce document intègre de nouveaux contrôles à mettre en œuvre avant la cinquième visite décennale, compte tenu d'éléments de retour d'expérience récents, en tant que programme local de maîtrise du vieillissement du réacteur. **Les évolutions du programme local de maîtrise du vieillissement, telles que présentées dans le DAPE mis à jour, tenant compte du REX d'exploitation du réacteur n° 2 du CNPE de Dampierre, n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Concernant le maintien de la qualification des matériels qualifiés aux conditions accidentelles, le réacteur n° 2 du CNPE de Dampierre ne présente pas de spécificité par rapport aux autres réacteurs de 900 MWe et les conclusions génériques de l'IRSN dans son avis en référence [6] s'appliquent à ce dernier.

2.3. RÉÉVALUATION DE SÛRETÉ

Pour ce qui concerne la réévaluation de sûreté, pour la majorité des thématiques, soit aucune spécificité n'est à signaler pour le réacteur n° 2 du CNPE de Dampierre, soit ces spécificités ont été abordées dans le cadre des analyses génériques et, à ce stade, ont été traitées tel que prévu à l'issue des expertises.

Seuls le risque aérien et les risques induits par les agressions « inondation externe » et « grands chauds » appellent des remarques de la part de l'IRSN.

2.3.1. Risque aérien

À l'occasion des réexamens périodiques, le risque aérien fait l'objet d'une mise à jour de l'étude probabiliste du risque de dégagement de substances radioactives inacceptable à la limite du site en cas de chute d'un aéronef sur l'installation. Le dossier transmis par EDF ne présente pas les détails des calculs des probabilités obtenues, ce qui n'a pas permis une analyse détaillée de l'IRSN de ces valeurs dans le cadre de la présente expertise. Par ailleurs, des évolutions de la méthodologie relative à l'évaluation probabiliste du risque aérien sont intégrées au fil des réexamens et les dernières évolutions ont été expertisées par l'IRSN [11] dans le cadre de la phase générique du RP4 1300. L'IRSN a noté que la méthodologie mise en œuvre valorise, pour le calcul de la probabilité d'une chute d'avion de l'aviation générale, une surface d'étude qui n'est pas cohérente avec la pondération du trafic des vols locaux selon leur distance d'éloignement de l'aérodrome et il a formulé une recommandation à cet égard. Il appartiendra à l'exploitant de vérifier que la prise en compte de cette recommandation n'est pas de nature à compromettre le respect des objectifs fixés par la règle fondamentale de sûreté (RFS) I-2.a. Cette dernière indique l'ordre de grandeur de la probabilité en-dessous duquel le risque d'un dégagement de substances radioactives à la suite d'une chute d'avion peut être considéré acceptable.

2.3.2. Inondation externe

Dans le cadre du réexamen RP4-900, EDF a vérifié la robustesse des installations face aux situations de référence pour l'étude du risque d'inondation (SRI) du guide ASN n° 13 relatif à la protection des INB contre les inondations externes. Les principales SRI qui concernent le site de Dampierre sont les dégradations ou dysfonctionnements d'ouvrages, de circuits ou d'équipements (DDOCE), la crue sur un grand bassin versant (CGB), la rupture d'un ouvrage de retenue (ROR), la remontée de nappe phréatique (RNP) et les pluies locales (PLU).

La SRI DDOCE ainsi que les dispositions associées ont été expertisées par l'IRSN pour le site du Tricastin, dans le cadre du « GP Agressions VD4 900 » [12], et pour le site du Bugey, dans le cadre de l'avis en référence [13]. Il n'est à ce stade pas prévu d'expertiser cette SRI pour les autres sites du palier CPY.

Concernant les SRI CGB (volet « écoulement ») et ROR, EDF s'est de manière générale engagé à reprendre ses études et à intégrer leurs conclusions dans les RCR des réacteurs de 900 MWe. **À cet égard, EDF a indiqué que le site de Dampierre n'est pas concerné par la SRI ROR. Par ailleurs, l'étude CGB mise à jour pour le site de Dampierre n'a pas été transmise et n'est en outre pas intégrée au RCR de Dampierre 2.**

Concernant le volet « statistique » de la SRI CGB, l'IRSN a conclu [14] que l'approche mise en œuvre pour déterminer le débit de référence est globalement satisfaisante et conforme au guide ASN n° 13. **Le débit de référence ainsi défini par EDF pour le site de Dampierre est acceptable.** Toutefois, l'IRSN estime [14] qu'EDF devrait réévaluer le débit de référence dans le cadre de la prochaine évaluation de la SRI CGB pour le site de Dampierre, en tenant compte de la différence de taille des bassins versants au droit du site et au droit de la station de mesure, conformément au guide ASN n° 13.

Pour la SRI RNP, l'IRSN [15] a conclu, **pour le site de Dampierre, que la méthode de définition du niveau de référence associé à la situation de remontée de la nappe phréatique est globalement satisfaisante et conforme au guide ASN n° 13, et que le niveau ainsi obtenu présente un certain degré de conservatisme.** Néanmoins, l'IRSN a relevé que les études reposent sur une faible quantité de données disponibles ou présentées. Ce point a fait l'objet d'engagements de la part d'EDF.

Enfin, concernant la SRI PLU, l'IRSN estime [16] que les approches mises en œuvre sont globalement satisfaisantes et conformes au guide ASN n° 13 et que **les pluies de référence et les lames d'eau présentées dans le dossier de site de stade 5 du site de Dampierre sont acceptables.** Toutefois, l'IRSN estime que des compléments devraient être apportés dans le cadre de la prochaine évaluation de la SRI PLU, afin de conforter la définition des pluies de référence et l'estimation des lames d'eau associées. Ces points ont fait pour la plupart l'objet d'engagements de la part d'EDF, qui sont satisfaisants dans le principe.

2.3.3. Grands chauds

Dans le cadre du réexamen RP4-900, l'IRSN a analysé [12] le niveau d'aléa retenu par EDF ainsi que le bilan des études thermiques réalisées par EDF pour vérifier la tenue en température des matériels classés de sûreté en situation d'agression « grands chauds ».

Les résultats des études thermiques de l'îlot conventionnel montrent que la température calculée dans un local de la station de pompage du CNPE de Dampierre est supérieure à la température admissible des câbles électriques s'y trouvant, pour certains scénarios à considérer.

Ce dépassement n'est pas mentionné dans le RCR du réacteur n° 2 (alors qu'il l'était dans celui du réacteur n° 1) car, selon EDF, les hypothèses d'étude sont très conservatives avec notamment la prise en compte du fonctionnement en permanence des pompes incendie et, de ce fait, le dépassement constaté est sans impact sur la démonstration de sûreté.

Même si le dépassement estimé est faible, l'IRSN rappelle que l'exploitant s'était engagé à réaliser une étude afin de justifier le caractère acceptable de ce dépassement. De plus, l'IRSN estime que l'exploitant pourrait mettre à jour le RCR du réacteur n° 2 de Dampierre afin d'y faire figurer ce dépassement ainsi que les éléments justifiant l'absence d'impact sur la démonstration de sûreté.

3. RÉPONSES DE L'EXPLOITANT AUX PRESCRIPTIONS TECHNIQUES DE L'ASN

La prise en compte des prescriptions techniques de l'ASN et les modifications inhérentes réalisées par l'exploitant n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.

4. CONCLUSION

En l'état actuel de son examen des études génériques réalisées par EDF et des modifications entreprises ou envisagées dans le cadre du réexamen de sûreté associé à la quatrième visite décennale des réacteurs de 900 MWe, l'IRSN juge satisfaisant le référentiel des exigences de sûreté applicable à ce palier à l'issue des VD4 au regard des objectifs fixés pour ce réexamen.

L'IRSN estime qu'aucune particularité propre au réacteur n° 2 du CNPE de Dampierre n'est de nature à remettre en cause les conclusions des études génériques et les dispositions retenues qui en découlent.

En particulier, les conditions dans lesquelles ce réacteur a redémarré, à l'issue de son arrêt pour la VD4, apparaissent satisfaisantes, notamment au vu des résultats des essais et contrôles réalisés, ainsi que des engagements pris par l'exploitant.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté