



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 27 février 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2023-00032

Objet : EDF – REP – Centrale nucléaire du Tricastin – INB 87
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] Décision de l'ASN N° 2012-DC-0318 du 27 septembre 2012.
[6] Avis IRSN N° 2019-00048 du 6 mars 2019.
[7] Avis IRSN N° 2018-00043 du 23 février 2018.
[8] Avis IRSN N° 2018-00295 du 8 novembre 2018.
[9] Avis IRSN N° 2019-00221 du 2 octobre 2019.
[10] Avis IRSN N° 2020-00099 du 26 juin 2020.
[11] Avis IRSN N° 2022-00229 du 9 décembre 2022.
[12] Lettre ASN N° CODEP-DCN-2022-006422 du 24 février 2022.
[13] Avis IRSN N° 2019-00019 du 6 février 2019.
[14] Avis IRSN N° 2022-00098 du 5 mai 2022.
[15] Avis IRSN N° 2022-00012 du 27 janvier 2022.
[16] Avis IRSN N° 2022-00068 du 5 avril 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) du Tricastin. 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 du Tricastin 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 propre à ce réexamen. EDF considère que cette

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 la perte totale de la source froide et de la perte des sources électriques externes et internes dû à une agression ou à 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.

stratégie permet de maîtriser le volume des travaux pour l'ensemble du parc électronucléaire et d'échelonner la formation des agents d'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 phase « A » et phase « 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 DU TRICASTIN

Le RCR du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire du Tricastin a été établi par EDF à l'issue de son arrêt pour la quatrième visite décennale, qui s'est déroulé du 6 février au 26 juillet 2021.

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 concernant le boremètre installé sur la décharge du circuit de contrôle volumétrique et chimique du circuit primaire, qui n'a pas été mis en service.

Le boremètre, dont la mise en place a été prescrite par l'ASN [5] pour tous les réacteurs en exploitation, constitue un dispositif redondant, diversifié et indépendant par rapport au système de mesure de la concentration en bore existant sur le circuit d'échantillonnage nucléaire. Compte tenu de difficultés rencontrées concernant la fiabilité de ce nouveau dispositif et du caractère générique à l'ensemble des réacteurs de 900 MWe de cette situation, l'ASN a demandé à EDF de différer sa mise en exploitation dans l'attente de la confirmation de sa fiabilité. À ce jour, EDF poursuit ses investigations sur l'origine des défauts de fonctionnement et élabore les solutions pour y remédier. Au vu de ces éléments, **le report de la mise en service du boremètre sur le réacteur n° 2 du CNPE du Tricastin n'a pas de caractère exceptionnel par rapport au reste du parc et n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

2.1. VERIFICATION DE LA CONFORMITE

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 [6]. Les résultats de ces examens ont été reçus au fil de l'eau et les écarts rencontrés ont été traités lors de la VD4 du réacteur n° 2 du CNPE du Tricastin.

Par ailleurs, le programme d'investigations complémentaires (PIC) a été expertisé par l'IRSN dans le cadre de son avis en référence [7]. **Le RCR indique que les contrôles réalisés au titre du PIC sur le réacteur n° 2 du CNPE du Tricastin 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 du Tricastin 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 de l'intégration des modifications matérielles, 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 ans² ;
- 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 et 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. MAITRISE 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 [7], 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 du Tricastin est démontrée pour 10 ans de fonctionnement au-delà des VD4 ([8], [9] et [10]).

Le dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation (DAPE) spécifique au réacteur n° 2 du CNPE du Tricastin précise que l'enceinte de confinement de ce réacteur ne présente pas de particularité de conception pouvant avoir une incidence sur la maîtrise du vieillissement.

Pour le réacteur n° 2 du CNPE du Tricastin, le DAPE a été mis à jour en décembre 2021 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 retour d'expérience de l'exploitation du réacteur n° 2 du CNPE du Tricastin, n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

² 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.

Concernant le maintien de la qualification des matériels qualifiés aux conditions accidentelles, le réacteur n° 2 du CNPE du Tricastin 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 [7] s'appliquent à ce dernier.

2.3. REEVALUATION DE SURETE

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 du Tricastin, 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 les risques aérien et industriel, ainsi que les risques induits par les agressions « séisme » et « inondation externe » appellent des remarques de la part de l'IRSN.

2.3.1. Risque aérien

À l'occasion des réexamens périodiques, le risque aérien est réévalué selon une approche probabiliste afin d'évaluer la probabilité 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 nouvelle 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. Risque industriel

Le RCR ne présente pas les détails du traitement des spécificités de maîtrise du risque industriel pour le réacteur n° 2 du CNPE du Tricastin, ce qui n'a pas permis une analyse détaillée de ce thème dans le cadre de la présente expertise. **L'étude détaillée de ce thème pour le CNPE du Tricastin sera faite dans le cadre d'une expertise spécifique.**

2.3.3. Risque sismique

EDF indique dans le RCR que le spectre du SMS³ considéré pour le quatrième réexamen périodique est couvert par celui du troisième réexamen. Ainsi, pour EDF, la réévaluation du niveau sismique est sans impact sur le dimensionnement du génie civil et des matériels.

Cependant, à la suite du séisme du Teil survenu le 11 novembre 2019, EDF a procédé à des études visant à caractériser les paramètres sismologiques (magnitude et profondeur) de ce séisme. Les premiers éléments de cette caractérisation transmis par EDF concluent qu'il n'est pas nécessaire de réévaluer le SMHV du site du Tricastin. À la suite de leur examen, l'ASN, par la lettre [12], a indiqué que, en l'état des connaissances, la non remise en cause par le séisme du Teil de l'aléa sismique déjà retenu pour le 4^e réexamen périodique de la centrale du Tricastin n'appelait pas de remarque. Sur la base de l'analyse de l'IRSN, elle a en outre constaté que des failles

³ Le séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV) correspond au séisme le plus pénalisant susceptible de se produire sur une durée d'environ 1000 ans, évalué sur la base des séismes historiquement connus. Le séisme majoré de sécurité (SMS) est défini en ajoutant conventionnellement 0,5 à la magnitude du SMHV ; il est retenu pour le dimensionnement aux séismes des installations nucléaires.

peu caractérisées et comparables à celle de la Rouvière existant dans la région proche de ce site qui connaît également une sismicité modérée et superficielle. Elle a ainsi demandé à EDF de préciser son programme d'investigations complémentaires afin d'améliorer la connaissance de la sismicité du site du Tricastin, en vue de pouvoir intégrer les résultats dans les études de réévaluation qui seront menées dans le cadre du 5^e réexamen périodique.

2.3.4. Inondation externe

Dans le cadre du réexamen RP4-900, EDF a vérifié la robustesse des installations face aux situations de référence pour le risque d'inondation (SRI) du guide ASN n° 13 relatif à la protection des INB contre les inondations externes. L'IRSN a expertisé les SRI du guide ASN n° 13 applicables au site du Tricastin dans le cadre du « GP Agressions VD4 900 » [13], hormis les SRI « Pluies locales » (PLU), « Remontée de nappe phréatique » (RNP) et le volet « statistique » de la SRI « Crue sur un grand bassin versant » (CGB).

Ces SRI ont été expertisées par l'IRSN pour l'ensemble des sites d'EDF respectivement dans le cadre des avis [14], [15] et [16]. Ces expertises ne portent toutefois que sur la caractérisation de ces SRI (les dispositions de protection associées mises en œuvre sur les installations en sont exclues).

Pour la SRI PLU, l'IRSN a conclu [14] que l'approche mise en œuvre est globalement satisfaisante et conforme au guide ASN n° 13. Les pluies de référence et les lames d'eau présentées dans le dossier du site du Tricastin sont acceptables. **Toutefois, l'IRSN considère 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.**

Concernant la SRI RNP, pour le site du Tricastin, l'IRSN a conclu [15], au vu des spécificités de ce site (présence d'une enceinte géotechnique étanche et d'un système de pompage pour maintenir le niveau de la nappe), que **la démarche d'EDF consistant à évaluer le délai maximal admissible pour remettre en fonctionnement le système de pompage plutôt qu'un niveau de nappe de référence est satisfaisante. Toutefois, l'IRSN relève que les scénarios étudiés ne correspondent pas forcément aux situations majorantes pour ce site et considère qu'EDF doit réviser la méthode de caractérisation de la SRI RNP en tenant compte de défauts d'étanchéité du réseau SEO (Circuit d'égouts et eaux perdues) plausibles au regard du retour d'expérience. Ce point a fait l'objet d'une recommandation de l'IRSN.**

Pour le volet « statistique » de la SRI CGB, l'IRSN a conclu [16] 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 du Tricastin est acceptable. Toutefois, **des compléments devront être apportés dans le cadre de la prochaine évaluation de la SRI CGB. Ces points ont fait pour la plupart l'objet d'engagements de la part d'EDF, qui sont satisfaisants dans le principe.**

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

À ce jour, les prescriptions techniques de l'ASN [2], [PISC-A-I], [AG-A-I], [AG-B-I] et [CR-A-II-1], sont arrivées au terme de leur échéance.

En réponse à la prescription technique [PISC-A-I], qui prescrit de mettre en œuvre un système de refroidissement diversifié de la piscine d'entreposage du combustible et un système d'appoint en eau ultime à cette piscine, et d'en assurer le suivi en exploitation, EDF a intégralement réalisé les deux modifications qui lui permettent de disposer de tels moyens. **Ces modifications répondent à la prescription [PISC-A-I] de l'ASN.**

En réponse à la prescription technique [AG-A-I], qui prescrit de mettre en œuvre les dispositifs techniques de maintien à sec du puits de cuve, d'étalement du corium sur le fond du puits de cuve et du local adjacent et de

renoyage passif du corium par l'eau, EDF a mis en place un dispositif d'étalement à sec et de stabilisation du corium sous eau. **La mise en œuvre de ce dispositif répond à la prescription [AG-A-I] et n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

En réponse à la prescription technique [AG-B-I,] qui prescrit de mettre en œuvre un dispositif ultime d'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte de confinement et de disposer d'une source froide ultime, permettant l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement sans ouverture du dispositif d'éventage et de filtration, EDF a réalisé les dispositions dites EAS⁴-ND et SF⁵-ND. **La mise en œuvre de ces dispositions répond à la prescription [AG-B-I] et n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Enfin, en réponse à la prescription technique [CR-A-II-1], qui prescrit de mettre en œuvre des modifications pour réduire les conséquences radiologiques de l'accident de rupture de tube de générateur de vapeur de quatrième catégorie, EDF a réalisé une modification consistant à augmenter la capacité de décharge du groupe de contournement de la turbine à l'atmosphère. **Cette modification, répondant à la prescription [CR-A-II-1], n'appelle 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 du Tricastin 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 des contrôles réalisés, ainsi que des engagements pris par l'exploitant.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

⁴ EAS : système d'aspersion dans l'enceinte.

⁵ SF : source froide.