



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 10 juin 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00092

Objet : EDF - Réacteurs électronucléaires - Orientations de la phase générique du cinquième réexamen périodique des réacteurs du palier 900 MWe.

Réf. : Saisine ASN – CODEP-DCN-2024-008291 du 23 février 2023.

En application de l'article L593-18 du code de l'environnement, EDF doit procéder tous les dix ans au réexamen de la sûreté de ses installations nucléaires de base. Pour les 32 réacteurs de 900 MWe, dont les réexamens associés aux cinquièmes visites décennales se dérouleront de 2029 (réacteur n° 1 du site du Tricastin) à 2040 (réacteur n° 4 du site de Chinon B), EDF a transmis en juillet 2023 son « dossier d'orientation du réexamen de sûreté » (DOR) présentant les études génériques à ce palier qu'il compte réaliser, et en septembre 2023 un courrier d'accompagnement explicitant comment les orientations ont été définies.

L'autorité de sûreté nucléaire (ASN) a ainsi souhaité recueillir l'avis de l'institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les orientations proposées par EDF pour le cinquième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe (RP5 900). La saisine de l'ASN en référence précise que l'avis de l'IRSN devra porter sur les différentes thématiques du volet « Risques » et « *présenter l'analyse des objectifs particuliers prévus pour chaque sujet d'appréciation de la conformité des installations à leurs exigences et de réévaluation de la sûreté* ». Enfin, l'ASN demande à l'IRSN de donner sa position quant aux thématiques qui ne feront pas l'objet d'une réévaluation par EDF.

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU RP5 900

1.1. CONTEXTE

Un réexamen périodique couvre deux volets, le volet « Risques » et le volet « Inconvénients ». L'arrêté INB définit les risques comme la « maîtrise des risques d'accident » et donne pour définition pour les inconvénients : « *Les inconvénients [...] incluent, d'une part les impacts occasionnés par l'installation sur la santé et l'environnement du fait des prélèvements d'eau et rejets, d'autre part les nuisances qu'elle peut engendrer, notamment par la dispersion de micro-organismes pathogènes, les bruits et vibrations, les odeurs ou l'envol de poussières* ».

Les réexamens périodiques sont l'occasion privilégiée de procéder à des contrôles de grande ampleur et à des modifications des installations, destinées à en améliorer la sûreté en tenant compte de l'évolution des exigences, des meilleures pratiques et des connaissances, ainsi que du retour d'expérience. Ils comportent essentiellement deux volets, à savoir une vérification de la conformité et une réévaluation de la sûreté des installations.

MEMBRE DE
ETSON

La vérification de la conformité des installations aux exigences de sûreté qui leur sont applicables a pour but, d'une part de vérifier la conformité de l'état standard de réalisation et d'exploitation¹ des installations à celui décrit dans le rapport de sûreté (RDS) et les règles générales d'exploitation (RGE) en vigueur (les études engagées à cet effet sont appelées « études de conformité »), d'autre part de vérifier la conformité effective de chaque réacteur nucléaire à cet état standard de réalisation et d'exploitation par des visites in situ.

La réévaluation des exigences de sûreté a pour objectif d'améliorer la sûreté des installations, en considérant les évolutions des exigences de sûreté applicables aux installations les plus récentes ou en projet, ainsi que les domaines pour lesquels le retour d'expérience ou l'évolution des connaissances techniques sont susceptibles de conduire à faire évoluer les exigences de sûreté applicables (les études visant à vérifier le comportement satisfaisant des installations en tenant compte de ces exigences réévaluées sont appelées « études de réévaluation »).

Le processus d'évaluation de l'étape générique d'un réexamen de sûreté comprend trois phases :

1. **une première phase dite d'« orientation »**, qui est engagée environ six ans avant le réexamen de sûreté du premier réacteur du palier (réacteur « tête de série »). Un dossier d'orientation (DOR), définissant les objectifs du réexamen ainsi que le programme de travail associé, est ainsi présenté par l'exploitant et instruit par l'IRSN et l'ASN. Cette phase s'achève par une prise de position de l'ASN quant aux objectifs du réexamen et au programme de travail associé ;
2. **une deuxième phase dite de « réalisation »**, où l'exploitant révisé son DOR au vu de la position de l'ASN, et engage les études génériques de sûreté (études de conformité et de réévaluation). Les conclusions de ces études peuvent amener l'exploitant à prévoir des modifications matérielles et documentaires (RGE, RDS, plan d'urgence interne (PUI) notamment) à réaliser lors du réexamen de sûreté. Par ailleurs, les contrôles prévus sont réalisés ainsi que, le cas échéant, les remises en conformité nécessaires. Pendant cette phase, les études sont expertisées, thème par thème ;
3. **une troisième phase dite de « conclusion »** où, avec l'appui de l'IRSN, l'ASN donne sa position concernant la phase générique du réexamen.

1.2. OBJECTIFS

Le quatrième réexamen périodique des réacteurs du palier 900 MWe (RP4 900) visait à améliorer la maîtrise des risques liés aux accidents avec et sans fusion du cœur, à la piscine d'entreposage du combustible, aux agressions et aux situations dites « noyau dur » définies à la suite de l'accident de Fukushima Daiichi. Il a également permis de rapprocher le niveau de sûreté des réacteurs de 900 MWe de celui des réacteurs de dernière génération (EPR™). Ainsi, le programme de modifications des installations à réaliser dans le cadre du RP4 900 est conséquent, ce qui a conduit EDF à définir une stratégie industrielle de déploiement de ces modifications en trois phases :

- *phase A* réalisée lors de la visite décennale (VD) ;
- *phase B* réalisée deux arrêts pour rechargement de type « visite partielle » après la VD ;
- *phase B Complément* réalisée au plus tard lors du troisième arrêt pour rechargement de type « visite partielle » après la VD.

À ce jour, des modifications sont encore en cours de définition dans le cadre de la *phase B Complément*, notamment pour prendre en compte les demandes formulées par l'ASN qui n'ont pas pu être anticipées.

¹ État standard de réalisation et d'exploitation : référentiel d'un réacteur prenant en compte les évolutions dues à l'exploitation (adaptation du référentiel du réacteur à la réalité du terrain).

Compte tenu de l'ampleur des modifications prévues dans le cadre du RP4 900, EDF a retenu pour le RP5 900 les deux objectifs suivants :

- vérifier la **conformité des réacteurs aux exigences qui leur sont applicables**, en incluant le maintien de la qualification des matériels aux conditions accidentelles et la maîtrise du vieillissement pour un fonctionnement à 60 ans ;
- adapter les installations aux évolutions de leur environnement, notamment aux **effets du changement climatique** ainsi qu'aux **enseignements du séisme du Teil** pour les sites de Cruas et du Tricastin.

2. PÉRIMÈTRE DU RP5 900

Pour mémoire, les quatre thématiques des objectifs du RP4 900 étaient : (1) les accidents sans fusion du cœur, où il était notamment attendu de tendre vers des niveaux de conséquences radiologiques accidentelles ne nécessitant pas de mise en œuvre de mesures de protection de la population ; (2) les accidents avec fusion du cœur, pour lesquels les risques de rejets précoces et importants devaient être rendus extrêmement improbables et les effets durables sur l'environnement évités ; (3) les agressions avec notamment la prise en compte des niveaux préconisés au plan international (WENRA²) ; (4) la piscine d'entreposage du combustible, avec en particulier l'objectif de rendre extrêmement improbable le risque de découverture des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles.

De plus, dans le cadre du RP4 900, EDF a finalisé le déploiement des dispositions du « noyau dur » dans ses installations, issues du retour d'expérience de l'accident de la centrale de Fukushima Daiichi.

La définition du périmètre pour le volet « Risques » du RP5 900 se fonde sur les modifications intellectuelles et matérielles effectivement réalisées lors du RP4 900 et prend en compte l'évolution des référentiels et méthodes sur le plan international, le retour d'expérience français et international de l'exploitation des réacteurs nucléaires ainsi que les enseignements du réexamen RP4 1300.

Le périmètre proposé par EDF dans son DOR comporte deux volets.

Le premier volet est celui de la conformité des installations à leurs exigences. Ce volet comporte plusieurs processus ou programmes historiques :

- la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence ;
- le programme d'investigations complémentaires ;
- le maintien de la qualification des matériels requis en conditions accidentelles jusqu'à au moins 60 ans ;
- la mise à jour des dossiers de référence réglementaires.

Il comporte en outre de nouveaux moyens en faveur de la maîtrise de la conformité des installations. Il s'agit en particulier de la mise en place d'un sous-processus de maîtrise de la conformité, indépendant des réexamens, et de la réalisation de visites de terrain dans le cadre des réexamens périodiques.

Le second volet est quant à lui dédié aux agressions externes. Les agressions qui feront l'objet d'une réévaluation dans le cadre du RP5 900 sont :

- celles potentiellement affectées par le changement climatique en tenant compte des préconisations internationales de l'association WENRA, à savoir : les grands chauds, l'inondation externe, les plus basses eaux de sécurité et l'envasement / ensablement. Les études probabilistes de sûreté associées à ces agressions seront réalisées et les éventuelles modifications qui résulteront de leurs enseignements seront déployées lors du RP5 900 ;

² L'association *Western European Nuclear Regulators Association* (WENRA) a introduit en 2008, pour les niveaux de référence applicables aux réacteurs en exploitation (Reference Levels RL), des préconisations relatives aux études d'agressions (internes, externes).

- celles à reconsidérer du fait de l'évolutions des connaissances ; cela concerne le risque sismique des sites de Cruas et du Tricastin compte tenu du séisme du Teil survenu en 2019 ;
- celles pour lesquelles une évolution est attendue du fait de l'environnement de l'installation ou du site : l'agression par dérive d'une nappe d'hydrocarbures, par l'environnement industriel et les voies de communication, ainsi que par des chutes d'aéronefs.

Par ailleurs, EDF mettra à jour, si nécessaire, la démonstration de sûreté relative aux risques non radiologiques ou faiblement radiologiques.

3. ANALYSE DE L'IRSN

3.1. VÉRIFICATION ET MAINTIEN DE LA CONFORMITÉ DES INSTALLATIONS À LEURS EXIGENCES

Les réexamens périodiques sont couramment l'occasion de vérifier, après dix ans d'exploitation, la conformité de l'installation à l'état pris en compte dans les études et le rapport de sûreté, ainsi que dans les règles générales d'exploitation, dit *état de référence*. Des contrôles spécifiques sont usuellement menés à cette occasion pour compléter ceux relevant des dispositions d'exploitation courantes (DEC). Ils visent à établir un état des lieux complet de la conformité de l'installation à son référentiel.

Les contrôles complémentaires retenus jusqu'à présent lors des réexamens périodiques sont réalisés dans le cadre :

- **de l'examen de conformité des tranches (ECOT)**, dont la réalisation systématique sur chaque réacteur d'un site vise à vérifier la conformité de son état effectif avec *l'état de référence* ;
- **du programme d'investigations complémentaires (PIC)**, qui vise à compléter les programmes de base de maintenance préventive (PBMP) par la réalisation de contrôles de phénomènes de dégradation ou de zones de l'installation qui n'ont pas été retenus dans l'élaboration de ces programmes ;
- **du processus de maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence**, en particulier à travers la constitution des dossiers d'aptitude à la poursuite d'exploitation (DAPE) des réacteurs s'appuyant sur les fiches d'analyse du vieillissement (FAV) et sur des DAPE génériques associés à certains composants. Des contrôles documentaires ou des études particulières visant à vérifier le maintien de la conformité d'ouvrages ou d'équipements dans le temps sont menés dans ce cadre ;
- **des essais particuliers** à réaliser lors des visites décennales visant à vérifier que, à la suite des modifications matérielles et intellectuelles déployées depuis la mise en exploitation des réacteurs, ces derniers demeurent conformes au référentiel applicable (essais décennaux réalisés en complément de ceux prévus au titre du chapitre IX des RGE).

Dans le cadre du RP5 900, EDF propose de nouvelles dispositions « pour renforcer l'évaluation de la conformité des installations » à leurs exigences applicables. Ces dispositions viennent en complément des dispositions d'exploitation courantes (essais périodiques, maintenance, requalification, rondes, etc.).

Elles sont au nombre de deux :

- la première est un processus continu qui sera mis en œuvre tout au long de l'exploitation des réacteurs et consiste en des contrôles « ciblés de deuxième niveau » définis à partir du retour d'expérience d'exploitation (REX) et de l'évolution des connaissances. Ces contrôles seront regroupés dans les programmes pluriannuels de maîtrise de la conformité (« PPMC ») ;
- la seconde, mise en œuvre dans le cadre des réexamens périodiques, est la réalisation de visites de terrain « conformité » à l'instar de celles réalisées en RP4 900 (« VT CONF »).

EDF vise une mise en œuvre éprouvée et pérenne de ces deux démarches en RP5 900.

L'IRSN a expertisé le nouveau sous-processus de maîtrise de la conformité défini par EDF qui comprend les programmes pluriannuels de maîtrise de la conformité (PPMC) et les visites de terrain (VT CONF). Ces dispositions doivent notamment permettre de vérifier que les DEC (assurance de la qualité, règles générales d'exploitation, maintenance, processus de modifications matérielles ou intellectuelles...) sont suffisantes pour assurer la conformité de l'installation. Ils consistent en pratique à vérifier la conformité des structures, systèmes et composants aux exigences qui leur sont applicables et que la documentation associée est en cohérence.

Dès lors que ces nouvelles dispositions visent à renforcer la prise en compte de l'état réel des installations, et pour autant que les enseignements tirés soient valorisés, l'IRSN estime que ces nouvelles dispositions sont de nature à renforcer la maîtrise de la conformité des matériels à leurs exigences ainsi que la culture de la conformité au sein des centrales nucléaires. Toutefois, le sous-processus étant en cours de déploiement, l'IRSN considère qu'un bilan périodique des enseignements tirés de la mise en œuvre de ces nouvelles dispositions devra être présenté par EDF.

Les visites de terrain consistent à vérifier la conformité des installations au référentiel tel que défini en début de réexamen. L'IRSN considère que les DEC ont déjà pour objectif de maintenir la conformité des installations au référentiel à date. Les VT CONF étant **une disposition complémentaire aux DEC**, elles doivent permettre **de vérifier sur un périmètre limité la conformité aux exigences du référentiel qui sera applicable pendant les dix prochaines années**. Ainsi, l'IRSN estime que **des visites spécifiques de récolement pourraient s'avérer profitables afin de compléter la vérification de la conformité au référentiel applicable à l'échéance du rapport de conclusion du réexamen considéré**.

Les critères de sélection des matériels définis par EDF afin de choisir les thèmes des futures VT CONF sont la contribution directe au repli et au maintien en état sûr des réacteurs, la participation à la maîtrise des risques conventionnels et des inconvénients et les matériels des modifications emblématiques du RP4 900 (déploiement du noyau dur inclus). L'IRSN a considéré que l'exploitant devait également prendre en compte, dans cette sélection, les évolutions à enjeu réalisées entre deux réexamens périodiques qui ne nécessitent pas de modifications matérielles de l'installation. De telles évolutions sont potentiellement valorisées dans la démonstration de sûreté grâce à des études justifiant que l'état réel de l'installation répond à de nouvelles exigences sans aucune modification. Aussi, EDF va compléter « *les critères de sélection de thématiques de VT CONF [...] en y explicitant le fait qu'ils concernent également les équipements ou groupes d'équipements classés ayant fait l'objet d'une évolution d'exigences (modifications matérielles et/ou intellectuelles) entre deux réexamens périodiques* ». **L'IRSN considère cet ajout de critère satisfaisant**.

Enfin, l'IRSN note que les visites de terrain ne comportent pas de vérification de la conformité des plans à l'état réel des installations ; ces contrôles devront nécessairement être réalisés dans le cadre des programmes pluriannuels de maîtrise de la conformité (PPMC). Toutefois, l'IRSN note que les PPMC qui comportent des vérifications de la conformité aux plans sont issus globalement du retour d'expérience d'exploitation. De ce fait et en l'état, les contrôles de conformité au plan ne résulteront que d'anomalies ou d'écarts constatés en exploitation. Vérifier la conformité au plan dans le cadre des VT CONF permettrait, selon l'IRSN, de ne pas attendre un fait technique en exploitation pour engager des contrôles et de contrôler aussi des matériels qui ne sont pas mis en évidence par le retour d'expérience. Ceci serait en faveur d'une meilleure exhaustivité de la démarche.

Aussi, si EDF souhaite inclure des contrôles de conformité au plan aux PPMC, l'IRSN considère qu'ils doivent également viser des matériels qui n'ont pas été mis en évidence par le retour d'expérience. À cet égard, les données d'entrée, en plus du retour d'expérience, utilisées pour établir les PPMC avec un contrôle de conformité au plan devraient inclure les évolutions de connaissances, les évolutions d'exigences, les critères opérationnels qui n'ont jamais fait l'objet de contrôles, etc.

3.2. RÉÉVALUATION DE SÛRETÉ

Compte tenu de l'ampleur et de l'importance des améliorations de sûreté apportées au cours du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, la réévaluation de sûreté effectuée au titre du cinquième réexamen périodique porte essentiellement sur les agressions en lien avec le changement climatique, les enseignements du séisme du Teil et les éventuelles évolutions de l'environnement industriel et des voies de communication ou du trafic aérien autour des sites nucléaires.

Toutefois certains travaux relevant du quatrième réexamen périodique restent à réaliser et EDF s'est engagé à achever ces travaux indépendamment des objectifs du cinquième réexamen.

De plus, EDF s'est engagé à inclure dans la réévaluation de sûreté :

- la mise à jour de l'ensemble des études thermiques de l'agression canicule après la réévaluation de l'aléa « grands chauds » tenant compte des enseignements de la veille climatique de 2024 ;
- la réalisation d'études thermiques couvrant les situations de perte totale des alimentations électriques et de perte totale de la source froide selon un calendrier permettant la mise en œuvre des modifications qu'elles induisent à l'occasion du cinquième réexamen périodique ;
- la définition d'un référentiel d'étude pour évaluer, dans les situations du domaine complémentaire, la robustesse des installations en période de grands chauds.

L'IRSN estime que la proposition d'EDF en termes de réévaluation de sûreté est satisfaisante moyennant les compléments prévus d'être apportés.

Sur l'ensemble des thématiques qui ne font pas l'objet d'une réévaluation de sûreté de la part d'EDF, **une seule appelle des remarques de la part de l'IRSN**. En effet, la thématique « inondation interne et défaillance de tuyauteries » a été traitée dans le cadre du 4^{ème} réexamen périodique et a conduit à plusieurs modifications. Toutefois, des compléments sont toujours attendus notamment pour ce qui concerne les défaillances de tuyauteries (débattement, effet de jet, point de rupture). **Ainsi, les objectifs de sûreté associés à cette agression ne sont pas pleinement atteints en RP4 900 et EDF doit encore compléter sa démonstration.**

Par ailleurs, le quatrième réexamen des réacteurs de 1300 MWe étant en cours de réalisation, l'IRSN attire l'attention sur d'éventuelles conclusions à venir qui auraient un très fort enjeu de sûreté et qui ne seraient pas couvertes par les études réalisées dans le cadre du quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe ; il considère que dans un tel cas les sujets concernés seraient à traiter dans le cadre du cinquième réexamen des réacteurs de 900 MWe.

3.3. ÉTAT DES CONNAISSANCES

L'IRSN n'a pas de remarque concernant l'état des connaissances retenu par EDF pour ce cinquième réexamen. Il considère toutefois que l'état des connaissances et des bonnes pratiques établies au sein d'un groupe de travail mis en place par l'ASN, dit GT « Vent et Neige », doit être considéré pour le vent et qu'EDF doit compléter sa veille climatique quinquennale de manière à couvrir les conséquences du changement climatique. À cet égard, l'IRSN considère qu'EDF doit :

- procéder à une réévaluation systématique des niveaux de référence des aléas identifiés comme étant sensibles au changement climatique et pour lesquels l'évolution peut être projetée ;
- suivre et analyser les « événements climatiques majeurs » propres aux aléas sensibles au changement climatique, en tenant compte d'un suivi régional des pluies ;
- transmettre une analyse des bilans annuels des données hydrométéorologiques observées sur les sites et aux stations de mesure retenues pour la définition des niveaux d'aléas, qu'ils soient identifiés comme sensibles ou non au changement climatique ;
- détailler les actions mises en œuvre lorsque les records enregistrés ou les niveaux d'aléas issus de la veille quinquennale dépassent les valeurs du référentiel applicable.

4. CONCLUSION

Les orientations du réexamen périodique RP5 900 présentées par EDF visent à fixer les objectifs de sûreté à atteindre et les thématiques à étudier. Compte tenu de l'ampleur et de l'importance des améliorations de sûreté apportées au cours du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, la réévaluation de sûreté effectuée au titre du cinquième réexamen périodique porte essentiellement sur les agressions en lien avec le changement climatique, les enseignements du séisme du Teil et les éventuelles évolutions de l'environnement industriel et des voies de communication ou du trafic aérien autour des sites nucléaires.

Sous réserve des compléments attendus pour la thématique « inondation interne et défaillance de tuyauteries », l'IRSN considère que les éléments retenus par EDF et complétés durant l'expertise pour mener le cinquième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, relatifs à la vérification et au maintien de la conformité des installations à leurs exigences applicables ainsi qu'à la réévaluation de sûreté, sont satisfaisants à ce stade.

En conclusion, l'IRSN tient à souligner la particularité de ce réexamen périodique dont un des objectifs est de permettre à l'exploitant de consolider les améliorations de sûreté apportées aux réacteurs lors de leur quatrième réexamen périodique.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté



Hervé BODINEAU

2024.06.10

15:43:58 +01'00'