



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 15 juin 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00125

Objet : Expertise anticipée en vue d'une demande d'autorisation de création d'une paire de réacteurs de type EPR2 : référentiels relatifs à la prise en compte des agressions d'origine interne.

Réf. : [1] Lettre ASN – CODEP-DCN-2022- 010548 du 25 février 2022.
[2] Lettre ASN – CODEP-DCN-2021-012726 du 2 juillet 2021.

1. INTRODUCTION

À la suite de l'instruction du dossier d'options de sûreté (DOS) du réacteur EPR Nouveau Modèle (EPR NM), la configuration de réacteur EPR NM a évolué vers la nouvelle configuration de réacteur EPR2. En amont du dépôt officiel d'une demande d'autorisation de création d'une paire de réacteurs de type EPR2, EDF a transmis en février 2021 le volet générique « palier » du rapport préliminaire de sûreté (RPrS) pour instruction anticipée. Les référentiels relatifs aux agressions internes font partie des thèmes prioritaires à analyser identifiés par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

Par la lettre citée en référence [1], l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) souhaite recueillir l'avis de l'IRSN sur les référentiels relatifs aux agressions internes suivantes, décrites dans le RPrS de l'EPR2 : inondation interne, rupture de tuyauteries à haute énergie (RTHE), collisions et chutes de charge, émission de projectiles et défaillances sous séisme¹. Les agressions « incendie interne » et « explosion interne » font l'objet d'expertises dédiées.

L'ASN souhaite en particulier que l'IRSN examine :

- les exceptions à la démarche de protection de l'installation contre les agressions internes (limitation du nombre d'événements de type DBC² induits, modes communs de défaillance de fonctions de sûreté de

¹ Les défaillances sous séisme sont considérées comme une agression d'origine externe mais leur méthodologie d'étude se rapproche de celle des agressions d'origine interne.

² DBC (design basis conditions) : domaine de conception de référence. Le terme DBC est aussi utilisé pour définir les situations accidentelles du domaine de conception de référence qui sont classées en 4 catégories selon leur fréquence d'occurrence.

MEMBRE DE
ETSON

catégorie 1 ou 2³ en cas d'agression interne à éviter, exclusion de tout événement DEC-A⁴ ou DEC-B⁵ induit, modalités d'application d'un aggravant sur les équipements passifs) ;

- pour les référentiels relatifs à l'inondation interne, aux RTHE et à l'émission de projectiles, les hypothèses relatives aux initiateurs considérés dans les études, y compris les hypothèses d'absence de défaillance postulée et leur justification.

Enfin, l'ASN souhaite que l'IRSN se prononce sur la complétude des informations contenues dans les chapitres du RPrS traitant des sujets à expertiser.

Sur la base du dossier initial d'EDF, complété par des éléments transmis au cours de l'expertise, l'IRSN présente ci-après les conclusions de son évaluation sur les points susmentionnés.

2. HYPOTHÈSES GÉNÉRIQUES

Les référentiels relatifs aux agressions internes retiennent un certain nombre d'hypothèses communes. L'analyse de l'IRSN de certaines d'entre elles figure ci-après.

Tout d'abord, le RPrS mentionne bien qu'une agression interne ne doit pas induire d'événements de type DEC-A ou DEC-B et qu'il faut éviter qu'une agression interne n'induisse des situations accidentelles du domaine de référence de troisième ou quatrième catégorie. De plus, EDF a indiqué au cours de l'expertise que le RPrS intégrera la mention qu'une agression interne ne doit pas remettre en cause une justification d'« élimination pratique »⁶, **ce qui est satisfaisant.**

Par ailleurs, les équipements prévus pour maîtriser les conséquences d'une agression et ceux qui permettent de gérer des situations incidentelles ou accidentelles du domaine de conception de référence qui seraient induites par cette agression doivent bénéficier des mêmes classements de sûreté, à savoir S1 ou S2⁷. EDF a confirmé que le RPrS intégrera explicitement cette exigence, **ce qui est satisfaisant.**

En outre, les règles d'études des agressions retiennent la règle de l'aggravant en prenant en compte une défaillance unique active appelée défaillance aléatoire⁸, appliquée sur les équipements de disposition agression (EDA⁹) nécessaires à la démonstration de sûreté en situation d'agression. Toutefois, l'absence d'application d'une défaillance aléatoire pour des équipements passifs statiques doit être justifiée, ce qui n'apparaît pas dans le RPrS. À l'issue de l'expertise, EDF a indiqué que cette exigence sera mentionnée dans le RPrS, **ce que l'IRSN estime satisfaisant.**

De plus, depuis l'EPR de Flamanville, EDF a introduit le chapitre 2 des règles générales d'exploitation (RGE2) applicable aux dispositions agressions, qui prescrit une conduite à tenir en cas d'indisponibilité de ces

³ Fonctions qui interviennent dans la gestion des situations incidentelles et accidentelles.

⁴ Conditions DEC-A (design extension conditions-A) : conditions du domaine de conception étendu (pour lesquelles la fusion de combustible est prévenue).

⁵ Conditions DEC-B (design extension conditions-B) : conditions du domaine de conception étendu (pour lesquelles la fusion de combustible est postulée).

⁶ Les situations pratiquement éliminées sont les situations menant à des rejets importants et précoces. Les arguments justifiant l'« élimination pratique » sont fondés sur l'identification de parades permettant d'éviter la situation redoutée.

⁷ D'après le RPrS, les éléments importants pour la protection des intérêts pour la sûreté nucléaire (EIPS) contribuant à la réalisation d'une fonction de sûreté (catégories 1 à 3) se voient attribuer une classe de sûreté unique (S1, S2, S3) associée à la catégorie la plus élevée des fonctions qu'ils réalisent et qui reflète leur rôle pour la sûreté.

⁸ La défaillance aléatoire est une défaillance unique appliquée à un équipement permettant de gérer une agression et qui rend cet équipement impropre à remplir la fonction qui lui est assignée.

⁹ Les EDA sont les équipements actifs nécessaires à l'accomplissement des « dispositions agressions », ainsi que les équipements dont la mise en place est requise par un risque d'agression imminente ou une agression avérée. Les « dispositions agressions » sont les fonctions indispensables au respect des objectifs de sûreté nucléaire des chapitres agressions du rapport de sûreté.

dispositions, ce qui constitue une amélioration par rapport aux réacteurs en fonctionnement. Or le RPrS de l'EPR2 indique comme hypothèse d'étude que, lorsqu'une défaillance aléatoire est appliquée sur un EDA dans une étude d'agression, aucune maintenance préventive n'est prise en compte sur l'équipement redondant de cette même disposition agression. Afin que cette hypothèse d'étude soit mise en œuvre en exploitation, via les RGE2, EDF a pris l'engagement présenté en annexe que **l'IRSN estime satisfaisant dans le principe**.

Enfin, une agression interne ne devrait pas entraîner de modes communs de défaillance d'une fonction de sûreté de catégorie 1 ou 2, indépendamment du fait que cette fonction soit nécessaire ou non à la gestion de la situation induite par l'agression, ce qui n'apparaît pas clairement dans le RPrS. À cet égard, EDF s'est engagé à indiquer dans le RPrS que, dans la mesure du possible, les fonctions redondantes de catégorie 1 ou 2 doivent être séparées les unes des autres pour se prémunir des effets des agressions, indépendamment de la génération ou non d'une situation accidentelle du domaine de référence. **L'IRSN estime cette précision satisfaisante**.

3. AGRESSIONS ÉTUDIÉES

L'IRSN estime globalement satisfaisant le contenu du RPrS relatif aux référentiels des agressions internes suivantes : l'émission de projectiles internes, les RTHE, l'inondation interne, les collisions et chutes de charge et les défaillances sous séisme. Les échanges ont porté principalement sur les points mentionnés ci-après, pour lesquels EDF a fourni des précisions ou pris des engagements.

Émission de projectiles internes

La défaillance d'un composant dit à « haute énergie¹⁰ » peut entraîner un risque d'émission de projectiles. Ce risque doit être étudié et, pour l'IRSN, l'étude doit également inclure les composants dits à « haute énergie » de niveau de qualité Q1 à Q3¹¹. Pour ces composants, le RPrS mentionne l'étude d'un échantillon de missiles générés, uniquement pour le bâtiment du réacteur. Sur ces aspects, EDF a bien prévu d'apporter des éléments (études ou justifications). En effet, par lettre citée en référence [2], l'ASN a demandé à EDF, pour le dépôt de la demande d'autorisation de création, d'étudier pour tous les bâtiments contenant des cibles de sûreté les conséquences des projectiles internes générés par les composants dits à « haute énergie » indépendamment de leur niveau de qualité et, dans le cas où ces études seraient limitées à un échantillon, de justifier son caractère suffisant.

RTHE

Les RTHE peuvent conduire à l'agression d'EIPS¹², notamment par des effets de fouettement. Sur l'EPR de Flamanville, contrairement aux référentiels RTHE des réacteurs en fonctionnement, les tuyauteries en gaz de pression de service supérieure à la pression atmosphérique sont considérées à « haute énergie » et leur rupture fait l'objet d'études. Pour l'EPR2, EDF n'identifie plus ces tuyauteries comme à « haute énergie » dès lors que la pression dans ces tuyauteries est inférieure à 20 bar. En effet, selon EDF, cette évolution est justifiée compte tenu de conséquences moindres en cas de rupture et est cohérente avec la pratique internationale. **L'IRSN estime cette évolution acceptable**.

¹⁰ Ce sont les composants (tuyauteries, vannes, bâches) qui véhiculent un fluide (généralement de l'eau) à une pression de service supérieure ou égale à 20 bar ou à une température supérieure ou égale à 100°C.

¹¹ Le niveau de qualité Q définit le niveau d'exigences de conception, de fabrication et de suivi en service à attribuer aux équipements mécaniques classés Q1 à Q3 ; le niveau d'exigences est moindre pour le niveau Q3.

¹² Élément important pour la protection des intérêts pour la sûreté nucléaire.

De plus, EDF renonce à la mise en œuvre d'une nouvelle méthode de prise en compte des effets de fouettement, utilisée sur les réacteurs de 900 MWe et que l'IRSN n'a pas validée. **L'IRSN estime que le recours éventuel à toute autre nouvelle méthode sur EPR2 devra être justifiée.**

Enfin, les tuyauteries véhiculant un fluide explosif doivent être protégées contre les effets des RTHE. EDF propose de compléter le RPrS afin de préciser les règles d'installation qui visent à respecter cette exigence, **ce qui est satisfaisant.**

Inondation interne

La défaillance d'équipements véhiculant un fluide peut entraîner des inondations. Sur les tuyauteries de moyenne énergie (TME)¹³ de niveau de qualité Q3 et de classement de sûreté S3, seule une brèche de taille limitée, au lieu d'une rupture complète, est considérée dans le référentiel d'inondation interne au-delà d'un certain diamètre de tuyauterie. Pour justifier cette hypothèse de brèche de taille limitée, EDF s'est engagé à transmettre des éléments relatifs au suivi en exploitation de ces tuyauteries. **L'IRSN estime cet engagement satisfaisant dans le principe.**

Collisions et chutes de charges

La chute de charge est exclue pour les engins de manutention classés HS1¹⁴. Néanmoins, EDF s'est engagé à traiter ce risque dans des études de robustesse. **L'IRSN estime cet engagement satisfaisant dans le principe, mais considère tardive l'échéance prévue de transmission de ces études à la demande de mise en service de l'EPR2.**

Exemples de déclinaison des référentiels

Afin de consolider son expertise, l'IRSN a examiné quelques résultats des études préliminaires des conséquences des agressions susmentionnées, présentés dans le RPrS. Certains scénarios nécessitent des justifications sur les modalités d'application de l'aggravant qu'EDF s'est engagé à fournir, **ce qui est satisfaisant.**

4. PRISE EN COMPTE DES SUITES DE L'INSTRUCTION DU DOS DE L'EPR NM

À l'issue de l'instruction du DOS de l'EPR NM, EDF a pris des engagements et l'ASN a formulé des demandes qui devaient être intégrés au RPrS de l'EPR2. L'IRSN a mené une vérification pour ce qui concerne les méthodologies associées aux agressions internes traitées dans le présent avis. La plupart de ces engagements ou demandes sont d'ores et déjà pris en compte dans le RPrS ou bien le seront au dépôt de la demande d'autorisation de création. Toutefois, des justifications sont encore attendues à cette échéance sur les hypothèses d'émission de projectiles internes ou de rupture de TME, au regard de leur niveau de qualité, comme susmentionné. Enfin, à cette même échéance, il conviendra qu'EDF intègre dans le RPrS les justifications pour l'exclusion des tuyauteries en gaz de pression de service inférieure à 20 bar des initiateurs de RTHE et, pour l'absence de prise en compte d'une défaillance sur les équipements passifs, transmette les justifications annoncées.

¹³ Les tuyauteries moyenne énergie véhiculent un fluide (généralement de l'eau), à une pression de service inférieure à 20 bar ou à une température inférieure à 100°C.

¹⁴ Les engins de manutention dont la chute de la charge manutentionnée aurait des conséquences inacceptables disposent d'exigences de conception, de réalisation et de suivi en exploitation définies par le classement « Haute Sécurité » de niveau 1 (HS1).

5. CONCLUSION

L'IRSN a analysé les référentiels présentés dans le RPrS de l'EPR2 relatifs à l'inondation interne, aux ruptures de tuyauteries à haute énergie, aux collisions et chutes de charge, à l'émission de projectiles internes et aux défaillances sous séisme, qu'il estime globalement satisfaisants. L'IRSN souligne toutefois l'échéance tardive pour un certain nombre de compléments attendus. Il conviendra en outre que l'ensemble des compléments soit intégré dans les chapitres appropriés du RPrS, à échéance du dépôt de la demande d'autorisation de création, pour assurer sa complétude.

Pour ce qui concerne les hypothèses relatives aux initiateurs considérés dans les référentiels associés à l'inondation interne et aux RTHE, EDF a apporté des précisions qui sont satisfaisantes dans le principe. Toutefois, pour l'inondation interne et l'émission de projectiles internes, des compléments sont encore attendus pour justifier les hypothèses d'absence de défaillance sur des composants au regard de leur niveau de qualité.

Enfin, les précisions ou engagements pris par EDF pour justifier les exceptions à la démarche de protection de l'installation contre les agressions internes sont satisfaisants dans le principe.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Thierry PAYEN

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2022-00125 DU 15 JUIN 2022

Engagement principal d'EDF

EDF intégrera, dans la doctrine relative au chapitre 2 « Agressions » des règles générales d'exploitation (RGE2) de l'EPR2, les principes inscrits dans les RGE2 de l'EPR de Flamanville relatifs à la réalisation des opérations de maintenance sur un matériel associé à une disposition agression interne ; en particulier l'interdiction de la maintenance préventive simultanée de deux matériels redondants associés à une même disposition agression interne.