

Monsieur le Directeur de la direction des centrales nucléaires
et
Monsieur le Directeur de la direction des équipements sous pression

Fontenay aux Roses, le 14 janvier 2026

AVIS D'EXPERTISE N° 2026-00002 DU 14 JANVIER 2026

Objet : EDF – Réacteur EPR2 – Protection contre le dépassement des limites admissibles

Références :

- [1] Arrêté du 10 novembre 1999 relatif à la surveillance de l'exploitation du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs nucléaires à eau sous pression.
- [2] Saisine ASNR – CODEP-DEP-2024-062104 du 31 mars 2025 : « Expertise de la protection contre le dépassement des limites admissibles (PDLA) ».
- [3] Guide ASN n°22 version du 18 juillet 2017 : « Conception des réacteurs à eau sous pression ».
- [4] Lettre ASN – CODEP-DCN-2020-018283 du 2 décembre 2020 : « Flamanville 3, réacteur de type EPR (INB 167) - Analyse des éléments transmis suite aux instructions relatives à la qualification aux conditions accidentelles des équipements et protection des équipements vis-à-vis des surpressions primaire et secondaire ».

1. CONTEXTE

La présente expertise relative au réacteur EPR2 se situe dans un double contexte d'instruction : d'une part la demande d'autorisation de création d'une paire de réacteurs de type EPR2 sur le site de Penly, d'autre part l'évaluation de conformité des équipements sous pression nucléaires (ESPN) des circuits primaire et secondaires principaux (CPP et CSP). Elle vise à analyser la protection de l'ensemble des équipements constituant les appareils CPP et CSP (au sens de l'arrêté du 10/11/1999 [1]) pour leurs parties non isolables au regard des limites admissibles en pression et en température.

Les dispositifs de protection contre les surpressions et les sur-températures du CPP et des CSP du réacteur EPR2 comprennent des systèmes de régulation, de limitation et de protection. Ils sont opérables soit par action du contrôle-commande associé, soit de manière passive. En particulier, le CPP et les CSP sont équipés de soupapes de sûreté qui contribuent à leur protection dès que la pression excède leurs points de consigne.

L'analyse de la protection contre le dépassement des limites admissibles du CPP et des CSP vise à vérifier que les critères de protection associés sont respectés pour l'ensemble des transitoires pénalisants. Le rapport préliminaire de sûreté du réacteur EPR2 présente les transitoires à analyser ainsi que les méthodes d'étude utilisées.

La Direction des équipements sous pression sollicite la Direction de l'expertise en sûreté, par la lettre citée en référence [2], pour examiner :

- les critères retenus ainsi que les règles, hypothèses et méthodes d'étude mises en œuvre par EDF pour définir des caractérisations thermohydrauliques¹ enveloppes ;
- la pertinence des transitoires enveloppes de surpressions et de sur-températures primaire et secondaire retenus pour chaque catégorie de situations² ;
- la suffisance des dispositifs de protection valorisés dans les scénarios retenus par EDF.

À ce jour, seuls les transitoires initiés en puissance ou en état d'arrêt normal sur générateur de vapeur (GV) sont étudiés par EDF. Ainsi, les surpressions initiées en état d'arrêt à froid seront expertisées ultérieurement.

2. ÉTUDE DES SURPRESSIONS

Pour chaque catégorie de situations de fonctionnement sont définis :

- le critère de protection contre les surpressions, limite de pression à ne pas dépasser lors du transitoire, exprimée en fonction de la pression PS³. À ce critère est également associé le fait que les dispositifs de protection contre les surpressions doivent être « *conçus de manière que la pression ne dépasse pas de façon permanente la pression maximale admissible PS ; une surpression de courte durée est cependant admise* » selon la directive 2014/68/UE ;
- les dispositifs de protection contre les surpressions pris en compte pour la démonstration du respect du critère défini ci-dessus ;
- la situation conduisant à la surpression maximale ;
- les règles d'analyse de la protection contre les surpressions, définissant les conditions limites (conditions initiales, caractéristiques des moyens de protection contre les surpressions...) prises en compte dans l'analyse du transitoire enveloppe de surpression visant à démontrer que le critère de protection est respecté, et donc que les dispositifs de protection sont adéquats.

Critères et règles d'étude

S'agissant des critères de protection contre les surpressions retenus pour les situations de 2^e et 3^e catégorie, la Direction de l'expertise en sûreté ne formule pas de remarque, puisqu'ils sont définis par la réglementation [1].

Pour les situations de 4^e catégorie, EDF retient une valeur de pression enveloppe, dite « de découplage », permettant selon lui d'éviter la perte d'intégrité avec un niveau de confiance suffisant. La Direction de l'expertise en sûreté estime cette approche acceptable, notamment du fait que les pressions enveloppes pour les situations de 4^e catégorie sont inférieures aux critères de protection contre les surpressions retenus avec des marges significatives.

S'agissant des règles d'étude définies par EDF, la Direction de l'expertise en sûreté estime qu'elles sont acceptables et cohérentes avec le guide n° 22 de l'ASN relatif à la conception des réacteurs à eau sous pression [3].

Sélection et caractérisations des transitoires initiés en puissance

La détermination des situations de fonctionnement pénalisantes vis-à-vis des surpressions primaires et secondaires est menée à partir de l'analyse de la liste des initiateurs des conditions de fonctionnement du domaine

¹ Évolution temporelle des conditions de pression, température et débit.

² Une situation est un état de fonctionnement des équipements, qui est décrit par des conditions thermohydrauliques de l'équipement, de l'ensemble ou de l'installation. Les situations sont classées en trois catégories, selon leur fréquence d'occurrences.

³ La pression PS représente, selon la définition donnée par la directive 2014/68/UE, « la pression maximale admissible pour laquelle l'équipement est conçu, spécifiée par le fabricant, et définie à un emplacement spécifié par ce dernier ».

de conception de référence et du domaine de conception étendu⁴ étudiés dans le rapport préliminaire de sûreté du réacteur EPR2.

À l'issue de son analyse, EDF a retenu les situations enveloppes suivantes :

- en catégorie 2 : le transitoire de manque de tension électrique à pleine puissance (MDTE) pour le CPP et de perte de vide au condenseur à pleine puissance pour les CSP ;
- en catégorie 3 : pour le CPP ainsi que pour les CSP, le transitoire de fermeture intempestive de toutes les vannes d'isolement vapeur (VIV) à pleine puissance ;
- en catégorie 4 : pour le CPP ainsi que pour les CSP, le transitoire de fermeture intempestive de toutes les VIV cumulée à un blocage mécanique des grappes d'arrêt automatique du réacteur (ATWS).

La Direction de l'expertise en sûreté estime que la sélection des transitoires enveloppes de surpression primaire et secondaire au regard de l'atteinte d'une pression maximale pour chaque catégorie de situations est pertinente. Néanmoins, le transitoire de rupture d'un tube de générateur de vapeur (RTGV) de 3^e catégorie conduit à un maintien au-dessus de la pression maximale admissible PS dans le GV affecté⁵ pendant plusieurs heures, ce qui conduit *a priori* à un non-respect d'un des critères de la réglementation⁶. Cette situation ne présente cependant pas d'enjeux de sûreté. En effet, la vérification de l'intégrité des CSP dans cette situation est bien apportée dans le dossier d'analyse du comportement.

Les caractérisations des transitoires sont ensuite réalisées à l'aide d'un outil de calcul scientifique (OCS) de thermohydraulique. Des provisions sont prises sur les paramètres exerçant une influence significative, notamment pour couvrir les incertitudes associées au choix des fournisseurs d'équipement ainsi que les ajustements en phase de conception détaillée. **S'agissant des caractérisations des transitoires enveloppes de surpression, la Direction de l'expertise en sûreté estime les hypothèses retenues par EDF acceptables.** Néanmoins, certaines données d'entrée ne sont à ce stade pas consolidées. **Ainsi, les études de surpressions devront être mises à jour pour tenir compte des évolutions de ces paramètres, notamment si elles s'avèrent défavorables. À cet égard, EDF s'est notamment engagé à vérifier la durée minimale de disponibilité du système de contournement de la turbine GCT (cf. ANNEXE).** Par ailleurs, dans le cadre de l'instruction dédiée aux surpressions primaires et secondaires du réacteur EPR de Flamanville 3 [4], des réserves quant à la validation de l'OCS utilisé et à l'absence de pénalisation des modèles physiques dominants de l'outil ont été identifiées. EDF s'est engagé à fournir les justifications afférentes d'ici fin 2027. **La Direction de l'expertise en sûreté considère que ces réserves sont applicables au présent dossier. De ce fait, en l'absence d'éléments complémentaires, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le conservatisme des caractérisations n'est pas démontré à ce jour.**

Enfin, les résultats obtenus par EDF montrent que pour les transitoires enveloppes de catégorie 2 et de catégorie 3 avec toutes les soupapes disponibles, la marge par rapport au critère est faible. À cet égard, EDF a indiqué que plusieurs leviers pour dégager des marges pourraient être activés. **La Direction de l'expertise en sûreté prend note de ces éléments, mais estime que des échanges en amont du dépôt de la demande de mise en service (DMES) des réacteurs EPR2 seront nécessaires afin de s'assurer de la suffisance de ces leviers pour couvrir les réserves identifiées.**

Transitoires de surpression initiés en arrêt normal sur GV (AN/GV) ou en attente à chaud

Dans l'état actuel de son dossier, EDF n'a pas examiné toutes les conséquences des transitoires qui pourraient survenir à faible puissance (inférieure à 3 % de la puissance nominale) et en AN/GV, lorsque l'îlot nucléaire est isolé de l'îlot conventionnel. En effet, ces transitoires sont jugés moins pénalisants que ceux initiés dans les états

⁴ DEC-A (design basis conditions) : conditions de fonctionnement avec défaillances multiples.

⁵ Le GV affecté est celui sur lequel se produit la rupture d'un ou deux tubes.

⁶ Extrait de l'annexe I de la directive 2014/68/UE : « Ces dispositifs [de limitation des surpressions] sont conçus de manière que la pression ne dépasse pas de façon permanente la pression maximale admissible PS ; une surpression de courte durée est cependant admise conformément, lorsque cela est approprié, aux prescriptions du point 7.3. »

en puissance. Or, dans ces états, une fermeture intempestive d'une ou plusieurs lignes de décharge à l'atmosphère peut conduire à une surpression. **EDF s'est engagé en fin d'expertise à caractériser ces transitoires à échéance de la DMES anticipée en précisant les dispositions de protection valorisées (cf. ANNEXE), ce qui est satisfaisant.**

3. ÉTUDE DES SUR-TEMPÉRATURES

Les dispositifs de protection contre les sur-températures de l'EPR2 sont les mêmes que ceux protégeant contre les surpressions compte tenu du lien direct entre la pression et la température du CPP ou des CSP. Seules les situations de catégorie 2 et 3 sont à étudier.

Comme pour les études de surpressions, pour chaque catégorie de situations de fonctionnement, sont définis le critère retenu et les dispositifs de protection qui peuvent être pris en compte dans l'analyse. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de la part de la Direction de l'expertise en sûreté.**

S'agissant de la caractérisation des transitoires, la Direction de l'expertise en sûreté constate que, pour chaque situation de 2^e ou de 3^e catégorie, le transitoire de température utilisé pour déterminer la température maximale atteinte correspond à l'évolution de température vue lors du transitoire de surpression correspondant. Les hypothèses retenues pour définir le transitoire de température sont donc pénalisées au regard de la surpression, et non de la sur-température. **Ainsi, la Direction de l'expertise en sûreté estime que les transitoires tels que définis par EDF dans le présent dossier ne permettent pas d'être enveloppes au regard de la température maximale pouvant être atteinte dans les différents équipements.**

À l'issue de l'expertise, EDF a indiqué qu'il considère que la recherche de températures pénalisées pour les situations de catégorie 3 ne présente pas d'intérêt, dans la mesure où elle ne remettrait pas en question la démonstration de l'intégrité des équipements présentés dans les études mécaniques. La Direction de l'expertise en sûreté prend note de la position d'EDF, mais souligne que le dimensionnement des équipements est réalisé avec des combinaisons de chargements, ce qui ne permet pas de conclure à ce stade. Par ailleurs, EDF n'a pas apporté d'éléments pour les situations de catégorie 2. **En conséquence, la Direction de l'expertise en sûreté estime qu'il appartiendra à EDF d'apporter des compléments de justification.**

4. SUFFISANCE DES DISPOSITIFS DE PROTECTION CONTRE LE DÉPASSEMENT DES LIMITES ADMISSIBLES

Certains dispositifs de protection contre les surpressions ne sont pas classés de sûreté, car EDF ne les considère pas essentiels à la prévention et à la limitation des accidents considérés dans la démonstration de sûreté nucléaire. **Sur ce point, la Direction de l'expertise en sûreté estime qu'il appartiendra à EDF, d'ici la demande de mise en service, de préciser les activités de surveillance en exploitation qui seront périodiquement programmées pour s'assurer de la pleine capacité de tous les dispositifs valorisés pour la protection contre les surpressions à remplir leur fonction avec un degré de confiance suffisant, qu'ils soient ou non classés de sûreté.**

De plus, la Direction de l'expertise en sûreté note qu'EDF s'est engagé à apporter la démonstration de l'absence d'événement initiateur au niveau du système d'automatisme des tranches (PAS), de fréquence d'occurrence relevant de la catégorie 2, à même de provoquer simultanément l'indisponibilité de la régulation du système GCT et un transitoire conduisant au dépassement d'une pression maximale admissible, **ce qui est satisfaisant dans le principe.** Cependant, si lors d'un tel transitoire une indisponibilité partielle du système GCT ne pouvait être exclue, la Direction de l'expertise en sûreté estime qu'il pourrait être utile qu'EDF s'assure de la disponibilité d'une autre disposition de surveillance et de limitation, telle que l'arrêt partiel du réacteur.

5. CONCLUSION

En conclusion, la Direction de l'expertise en sûreté estime qu'EDF n'a pas, à ce stade du projet EPR2, apporté la démonstration de la protection de l'ensemble des équipements constituant les appareils CPP et CSP pour leurs parties non isolables au regard des dépassements contre les limites admissibles. Cependant, EDF a pris des engagements pour répondre aux réserves émises par la Direction de l'expertise en sûreté et a identifié des leviers sur les études qui pourraient être activés pour dégager des marges importantes. Des échanges en amont du dépôt de la DMES seront nécessaires afin de s'assurer de la suffisance de ces leviers pour couvrir les réserves identifiées.

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Hervé BODINEAU

Adjoint au directeur de l'expertise en sûreté



Hervé
BODINEAU
2026.01.14
19:25:57 +01'00'

ANNEXE

Engagements principaux de l'exploitant

Engagement n° 1

EDF caractérisera, à échéance de la DMES anticipée, les transitoires de fermeture intempestive d'une ou plusieurs lignes VDA survenant en attente à chaud (puissance du réacteur $\leq 3\text{ \%PN}$) ou en AN/GV lorsque les vannes d'isolement vapeur sont fermées, et justifiera le non-dépassement de la pression maximale admissible lors de ces transitoires, en précisant les dispositions de protection valorisées.

Engagement n° 2

EDF vérifiera la validité de l'hypothèse de durée minimale de disponibilité du système GCT pour les transitoires de surpression dans lesquels il est valorisé, au plus tard à échéance de la DMES anticipée. Cette vérification s'inscrit dans le cycle normal de la phase de vérification et validation des exigences de conception transmises aux équipes d'ingénierie puis aux fournisseurs.