

**GROUPE PERMANENT D'EXPERTS
POUR LES RÉACTEURS NUCLÉAIRES**

**AVIS RELATIF A L'EXAMEN DES ETUDES D'AGRESSIONS INTERNES
ET EXTERNES DU QUATRIEME REEXAMEN PERIODIQUE DES
REACTEURS DE 1300 MWE**

I

Conformément à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), notifiée par lettre CODEP-DCN-2024-007110 du 3 mai 2024, le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) s'est réuni les 3 et 4 juillet 2024 pour examiner les études d'agressions internes et externes réalisées par Électricité de France (EDF) pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe (RP4 1300).

Au cours de cette réunion, les membres du groupe permanent ont pris connaissance de l'expertise réalisée par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la base du dossier transmis par EDF, des éléments complémentaires qu'il a recueillis au cours de l'expertise et des engagements pris par EDF dans ce cadre. Il a par ailleurs entendu les explications et commentaires présentés en séance par EDF.

II

Le groupe permanent a, conformément à la saisine précitée, examiné les caractéristiques des agressions considérées par EDF pour le réexamen RP4 1300 pour ce qui concerne les thématiques jugées prioritaires par l'ASN et relatives aux évolutions de référentiels d'études et aux enseignements du retour d'expérience. Dans ce cadre, l'ASN a demandé que le groupe permanent examine en particulier :

- les aspects génériques de la démarche générale de prise en compte des agressions (veille climatique, niveaux d'aléas naturels proposés par EDF au regard des niveaux de référence publiés par l'association WENRA en 2014, exigences de classement associées aux dispositions de protection contre les agressions, prise en compte d'un aggravant et d'un délai pour la réalisation des actions par les opérateurs dans les études, cumuls plausibles) ;
- la démarche adoptée pour évaluer l'ensemble des situations pouvant conduire à une inondation d'origine externe définie sur la base de l'application du guide n° 13 de l'ASN, en particulier pour les sites marins, ainsi que les dispositions de protection prévues par EDF à Paluel et à Cattenom pour éviter ces situations ;
- la mise à jour de la démonstration de la maîtrise des risques liés aux grands chauds, notamment la modification du référentiel et des hypothèses d'étude, en particulier pour les locaux disposant de faibles marges au regard des campagnes de mesure organisées en 2022 ;
- la méthode d'évaluation des risques liés aux installations industrielles et aux voies de communication situées à proximité des centrales nucléaires ;
- la mise à jour de la démonstration de la maîtrise des risques liés aux inondations internes et aux défaillances de tuyauterie, intégrant les évolutions de la démarche et les hypothèses d'études ;

- le caractère suffisant de la sectorisation incendie ainsi que la démarche de prise en compte des effets de pression, des effets induits par les fumées sur les matériels électroniques, les risques liés aux feux d'hydrogène pour les bâtiments de l'îlot nucléaire ;
- la mise à jour de la démonstration de la maîtrise du risque explosion interne au sein de l'îlot nucléaire en application du référentiel retenu par EDF ;
- la prise en compte suffisante des risques de collisions et chutes de charges pour l'îlot nucléaire ;
- la pertinence et la bonne prise en compte des enseignements des études probabilistes de sûreté portant sur l'incendie, l'inondation interne, l'explosion et les grands chauds.

Pour ces différents sujets, le groupe permanent a notamment examiné les suites données par EDF aux demandes formulées par l'ASN (lettre CODEP-DCN-2019-009228 du 11 décembre 2019), relatives aux orientations du réexamen RP4 1300.

Le groupe permanent précise qu'en accord avec l'ASN, l'examen n'a pas concerné l'ensemble des agressions, mais a été centré sur les sujets listés ci-dessus.

III

Démarche générale

Niveaux de référence relatifs aux agressions d'origine naturelle

Le groupe permanent a examiné les éléments transmis par EDF concernant le positionnement des niveaux d'aléas qu'il retient pour le réexamen RP4 1300 notamment par rapport aux préconisations émises par l'association WENRA¹.

Pour les agressions « grands chauds », « grands froids » et « grands vents », notamment pour lesquelles l'évaluation d'un aléa de fréquence de dépassement décennale n'est pas accessible, le groupe permanent considère que l'approche d'EDF qui consiste à retenir une marge par rapport à des niveaux d'aléas de fréquence plus élevée est acceptable et que l'application qui en a été faite dans le cadre du RP4 1300 est adaptée.

¹ Niveau de référence WENRA T4.2 : The exceedance frequencies of design basis events shall be low enough to ensure a high degree of protection with respect to external hazards. An exceedance frequency not higher than 10⁻⁴ per annum, shall be used for the design basis events. Where it is not possible to calculate these frequencies with an acceptable degree of certainty, an event shall be chosen and justified to reach an equivalent level of safety (niveau faisant l'objet de la recommandation 3.3.3.2.7 du guide ASN N° 22 relatif à la conception des réacteurs à eau sous pression).

Veille climatique

Le groupe permanent souligne qu'EDF a mis en place une démarche de « veille climatique » visant à vérifier que les niveaux (ou l'évolution de ces niveaux) d'aléas retenus pour les agressions de référence couvriront bien l'impact de l'évolution climatique jusqu'au réexamen périodique suivant ; il renvoie à ce sujet à l'avis qu'il a formulé lors de sa réunion du 25 juin 2024 consacrée aux orientations du cinquième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe (RP5 900) (CODEP-MEA-2024-036446 du 3 juillet 2024).

Démonstration de sûreté relative à l'étude des agressions

Le groupe permanent constate qu'EDF a effectué un nombre important d'études pour évaluer les risques associés aux agressions d'origines interne et externe. En l'état, ces études ont déjà permis d'identifier des axes d'amélioration. Cependant, certaines études ne sont pas achevées, notamment pour l'incendie, l'explosion et l'inondation interne. Par ailleurs, dans plusieurs cas, les études concluent au non-respect des objectifs de sûreté relatifs aux agressions. Sur ce point, le groupe permanent note que la définition des dispositions complémentaires nécessaires est en cours d'élaboration par EDF.

Aspects relatifs aux dispositions de protection

Le groupe permanent souligne que la prise en compte par EDF, au titre de la règle de l'aggravant, de défaillances d'équipements pour l'ensemble des études d'agressions permet d'améliorer la sûreté des installations. EDF ne retient toutefois pas d'aggravant pour les équipements actifs qu'il considère de haute fiabilité. Aussi, le groupe permanent estime satisfaisant l'engagement pris par EDF de vérifier que la défaillance des équipements actifs de haute fiabilité valorisés dans les études d'inondation externe ne conduit pas à un effet falaise, à l'instar de ce qui est pratiqué pour les études déjà menées pour les agressions internes d'inondation, d'incendie et d'explosion.

Par ailleurs, le groupe permanent rappelle que les équipements ou systèmes nécessaires à l'atteinte des objectifs de sûreté du RP4 1300 relatifs aux agressions doivent bénéficier d'un niveau de classement adapté à leur importance.

Agressions externes

Inondation externe

EDF a appliqué les préconisations du guide ASN n° 13 relatif à la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes. Dans ce cadre, EDF a précisé qu'il apporterait des compléments pour les situations de référence relatives au risque d'inondation « pluies locales », « crue sur un grand bassin versant », « remontée de la nappe phréatique », « clapot », « niveau marin » et « vagues », notamment pour tenir compte de données actualisées, ce que le groupe permanent estime satisfaisant.

Pour ce qui concerne l'examen des dispositions de protection, l'expertise a porté sur les sites de Cattenom et de Paluel (situés respectivement en bord de rivière et en bord de mer). Le groupe permanent estime que les dispositions de protection prévues pour ces sites permettront d'atteindre un niveau de protection satisfaisant.

Grands chauds

Le groupe permanent estime que la maîtrise des risques induits par les grands chauds n'est pas pleinement acquise pour certains locaux à fort enjeu de sûreté, comme les halls des groupes électrogènes de secours dans lesquels des hétérogénéités de températures insuffisamment représentées par les outils de calcul utilisés par EDF pourraient conduire à la défaillance de matériels importants pour la sûreté. Sur ce point, le groupe permanent relève avec satisfaction qu'EDF a prévu d'effectuer des compléments d'étude et des essais. Le groupe permanent rappelle l'intérêt d'utiliser des outils de calculs qui permettent de modéliser la distribution de température dans de tels locaux.

Pour les situations du domaine complémentaire, le groupe permanent estime que la capacité des installations à faire face à des situations de perte totale des alimentations électriques et de perte totale de la source froide, qui impactent notamment la performance des systèmes de conditionnement thermique, doit être évaluée dans le cadre du réexamen RP4 1300. Le groupe permanent prend note de l'engagement d'EDF de justifier que les études déjà effectuées en retenant les températures de redimensionnement du référentiel « grands chauds » sont suffisantes pour montrer la robustesse des installations à l'égard de ces deux situations.

Agressions internes

Incendie interne

Le groupe permanent relève que plusieurs améliorations ont été apportées à la démarche d'étude des effets des incendies d'origine interne par rapport à celle mise en œuvre dans le cadre du réexamen RP4 900 (étude des effets de pression, des effets des fumées sur les matériels électriques...), ainsi qu'à la démarche de justification de la sectorisation contre l'incendie, ce qui est satisfaisant. En revanche, le groupe permanent note que la justification du caractère conservatif de certaines hypothèses retenues, notamment pour les modélisations de foyer d'incendie et de propagation d'un incendie entre armoires électriques, reste à compléter.

Explosion interne

Le groupe permanent estime que les axes d'amélioration identifiés par EDF dans le cadre de la maîtrise des risques d'explosion associés à une fuite affectant une tuyauterie de gaz contenant de l'hydrogène ainsi qu'à une accumulation d'hydrogène dans les locaux abritant des batteries du bâtiment électrique sont de nature à renforcer la sûreté des réacteurs de 1300 MWe. Le groupe permanent note cependant que de nombreux compléments d'études sont encore attendus de la part d'EDF.

Par ailleurs, le groupe permanent appelle l'attention sur la nécessité qu'EDF apporte des justifications spécifiques pour les situations d'exclusion de fuites d'hydrogène retenues pour certaines singularités de tuyauterie.

Inondation interne et rupture de tuyauteries à haute énergie

Le groupe permanent souligne l'importance de stabiliser le référentiel de sûreté associé à l'étude des agressions « inondation interne » et « rupture de tuyauteries à haute énergie » (notamment concernant les effets de fouettement des tuyauteries), afin de réaliser les études et de définir les dispositions complémentaires à mettre en œuvre, lors du réexamen RP4 1300, pour maîtriser les risques associés à ces agressions.

Par ailleurs, le groupe permanent constate des différences d'implantation de matériels ou de géométrie de certains locaux entre les données retenues dans les études d'inondation interne réalisées pour les réacteurs têtes de série et l'état réel des installations pour d'autres réacteurs du palier 1300 MWe. Sur ce point, EDF s'est engagé en séance à compléter sa vérification des données qu'il a utilisées dans ses études dans le cadre du RP4 1300, ce que le groupe permanent considère comme satisfaisant ; il devra confirmer cet engagement à l'ASN.

Études probabilistes de sûreté (EPS) relatives aux agressions

Le groupe permanent souligne l'étendue du champ couvert par les EPS dédiées aux agressions développées par EDF, avec notamment la réalisation de premières études des situations de canicule.

Les EPS de niveau 1 (incendie interne, inondation interne, explosion interne et canicule) et de niveau 2 (incendie interne et inondation interne) réalisées par EDF ont permis de mettre en évidence l'importance des modifications envisagées lors du réexamen RP4 1300 (coupure manuelle de la charge des batteries de secours en cas de perte de la ventilation de leur local d'implantation, alimentation électrique des vannes du système « noyau dur » d'évacuation de la puissance hors de l'enceinte depuis la voie B si la voie A est indisponible...) et de confirmer l'intérêt des dispositions relevant du « noyau dur », pour limiter les risques de fusion du cœur et de rejets en cas d'agression. Ceci est satisfaisant.

Toutefois, le groupe permanent estime que ces études doivent être poursuivies pour permettre d'en tirer plus d'enseignements concrets pour améliorer la sûreté et faciliter leur usage. À cette fin, les évolutions pourraient concerner leur domaine de couverture (modélisation des charges calorifiques transitoires dans les EPS incendie interne, des systèmes de ventilation, des états d'arrêt et des pertes du réseau électrique externe dans les EPS canicule), certaines hypothèses clés (propagation de l'eau dans les EPS inondation interne) et certains scénarios d'accident (ruptures de tuyauterie à haute énergie dans les EPS inondation interne, fuites aux singularités de tuyauteries véhiculant de l'hydrogène pur dans les EPS explosion interne).

IV

Conclusion

Le groupe permanent souligne l'ampleur des études déterministes d'agressions menées par EDF dans le cadre du réexamen RP4 1300, ainsi que l'étendue du champ couvert par les EPS dédiées aux agressions, avec notamment la réalisation de premières études pour les situations de canicule.

Pour les agressions « risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication », « collisions et chutes de charge » et « inondation externe », le groupe permanent estime que les études présentées par EDF sont satisfaisantes, compte tenu des compléments qu'il s'est engagé à apporter.

Pour les autres agressions, des compléments substantiels restent nécessaires pour montrer l'atteinte des objectifs de sûreté associés aux agressions. Ils devront permettre d'identifier l'ensemble des

dispositions de protection nécessaires et de justifier leur caractère suffisant. EDF a pris des engagements en ce sens, ce qui est satisfaisant.

Enfin, EDF a apporté de nombreux compléments qui répondent aux demandes de l'ASN portant sur les orientations du réexamen RP4 1300.

En conclusion, le groupe permanent estime que les études ainsi révisées seront de nature à identifier les améliorations nécessaires à la maîtrise des risques liés aux agressions et à l'atteinte des objectifs visés pour le réexamen RP4 1300.

Membres du GPR ayant participé à la rédaction de l'avis

M.	CHARLES	Président
M.	SIDANER	Vice-président
M.	BIGOT	
M.	BOSSU	
M.	CHABOD	
Mme	DEGEYE	
M.	DEVOS	
M.	FRESON	
Mme	HERVIOU	
M.	MARIGNAC	
M.	MENAGE	
M.	NEDELEC	
M.	NICAISE	
Mme	PICHEREAU	
M.	RAYMOND	
M.	SEKRI	
M.	SEVESTRE	
Mme	TOMBUYSES	
M.	VITTON	