

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

**AVIS RELATIF A LA PRISE EN COMPTE DES AGRESSIONS
DANS LA DEMONSTRATION DE SURETE DU REACTEUR EPR2
DANS LE CADRE DU DOSSIER DE DEMANDE
D'AUTORISATION DE CREATION D'UNE PAIRE DE
REACTEURS SUR LE SITE DE PENLY**

I

Conformément à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR), notifiée par la lettre CODEP-DCN-2025-014227 du 17 mars 2025, le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) s'est réuni les 16 et 17 décembre 2025 pour examiner la prise en compte des agressions dans la démonstration de sûreté des réacteurs EPR2 de Penly, pour lesquels EDF a déposé une demande d'autorisation de création (DAC) en juin 2023.

Cette réunion s'inscrit dans un cycle d'examens thématiques consacrés au rapport préliminaire de sûreté des réacteurs EPR2 de Penly. Les précédents examens ont concerné les systèmes de sûreté et les accidents sans fusion du cœur et ont fait l'objet respectivement des séances du groupe permanent des 19 et 20 juin 2025 et des 25 et 26 novembre 2025.

Au cours de cette réunion, le groupe permanent a pris connaissance des conclusions de l'examen par la Direction de l'expertise en sûreté de l'ASNR du dossier transmis par EDF, des éléments complémentaires recueillis au cours de cet examen et des engagements pris par EDF dans ce cadre. Il a également entendu les explications et commentaires formulés en séance par EDF.

II

Le groupe permanent a, conformément à la saisine précitée, examiné :

- la démarche générale retenue par EDF pour protéger ces réacteurs contre les agressions internes et externes ;
- la protection de ces réacteurs contre les effets des agressions d'origine interne suivantes : les incendies, les explosions, les inondations d'origine interne, les défaillances d'équipements sous pression, notamment la rupture de tuyauteries à haute énergie, les collisions et chutes de charges, les émissions de projectiles, notamment celles induites par la défaillance de matériels tournants, et les défaillances sous séisme ;
- la protection de ces réacteurs contre les effets des agressions d'origine externe suivantes :
 - dans le domaine de conception de référence : la canicule (température élevée de l'air et de l'eau), les grands froids, les inondations d'origine externe, y compris leur effet dynamique, le grand vent et les projectiles associés, la tornade et les projectiles associés, la neige, le séisme, les risques induits par les activités industrielles et les voies de communication, dont les explosions et les émissions de substances dangereuses, mais à l'exception des chutes d'aéronef, et, parmi les agressions d'origine externe spécifiques de la source froide principale de sûreté, le frasil et les plus basses eaux de sécurité ;

- dans le domaine de conception étendu (agressions naturelles externes extrêmes) : le séisme, l'inondation d'origine externe et les phénomènes associés (foudre, grêle et vent), la canicule (température élevée de l'air et de l'eau), les grands froids, la neige et la tornade ;
- la prise en compte du changement climatique, notamment dans la caractérisation des aléas, et les capacités d'adaptation de la conception de ces réacteurs aux éventuelles évolutions des aléas sur le site de Penly pendant toute la période d'exploitation envisagée pour ces réacteurs ;
- l'évaluation des conséquences radiologiques des agressions sur les installations ;
- les premiers éléments disponibles pour les futures évaluations probabilistes de sûreté relatives aux agressions.

Pour l'examen de ces différents sujets, le groupe permanent a tenu compte des suites données par EDF aux demandes formulées par l'ASN pour le réacteur EPR2 (lettre CODEP-DCN-2021-012726 du 2 juillet 2021) à la suite de l'instruction du dossier d'options de sûreté du réacteur EPR NM qui le préfigure.

Le groupe permanent constate que les études des agressions internes et externes présentées dans le dossier examiné restent pour la plupart à finaliser. À cet égard, EDF prévoit de transmettre les études finalisées de manière échelonnée jusqu'à la demande d'autorisation de mise en service (DMES) des réacteurs EPR2 de Penly.

Le groupe permanent relève également que peu d'éléments lui ont été présentés concernant le bâtiment de traitement des effluents (HQA). Il estime que ce bâtiment devra faire l'objet d'une attention adaptée au terme source mobilisable qu'il contient, qui n'est pas négligeable.

III

Démarche générale relative aux agressions

Le groupe permanent note qu'une partie des éléments examinés présente un caractère générique au palier EPR2.

Agressions internes

EDF retient comme objectif de sûreté associé aux agressions internes l'absence d'impact radiologique hors du site ou un impact mineur. Le groupe permanent relève que la démarche de protection contre ces agressions est similaire à celle mise en œuvre pour les réacteurs du parc en exploitation. Elle repose notamment sur une séparation géographique ou physique suffisante pour éviter les modes communs de défaillance ainsi que sur des règles générales d'installation.

Toutefois, des « zones de convergence » au sein desquelles cheminent des trains redondants d'une fonction de sûreté sont présentes dans plusieurs bâtiments. Le groupe permanent souligne que l'objectif est d'en limiter autant que possible le nombre. Il estime nécessaire

qu'EDF identifie l'ensemble de ces zones, explicite les raisons de leur existence et démontre la maîtrise des risques associés aux agressions dans ces zones.

Agressions externes de référence

EDF retient comme objectif de sûreté associé aux agressions externes de référence l'absence d'impact radiologique hors du site ou un impact mineur.

Le groupe permanent relève que la démarche de protection contre ces agressions consiste à dimensionner ou protéger les structures, systèmes et composants (SSC) assurant des fonctions de sûreté de catégories 1 et 2 à l'égard de l'ensemble des agressions externes. EDF a choisi d'appliquer une démarche dite « cas de charge » qui permet d'assurer, conformément au guide n° 22 de l'ASN, que les systèmes accomplissant des fonctions de sûreté dans les conditions de fonctionnement de référence (DBC) restent en mesure d'accomplir ces fonctions après une agression externe de référence.

Pour la conception des réacteurs EPR2 de Penly, EDF retient un niveau de conception générique découplé du site pour les bâtiments de l'îlot nucléaire et pour le bâtiment de la source froide diversifiée. Il retient un niveau de conception spécifique au site pour les bâtiments de l'îlot conventionnel. Pour les agressions considérées sensibles au changement climatique (canicule et niveau marin), ces niveaux de conception sont projetés à l'horizon 2100.

Le groupe permanent relève que la démonstration de sûreté des réacteurs EPR2 de Penly intègre un aléa associé aux agressions externes naturelles de référence représentatif d'un événement dont la cible probabiliste est assimilée à $10^{-4}/\text{an}$, qui est couvert par le niveau de conception.

Le groupe permanent considère cette démarche satisfaisante.

Agressions externes extrêmes

EDF retient comme objectif de sûreté associé aux agressions externes extrêmes la vérification d'absence de rejets importants ou précoce. Au cours de l'expertise, EDF s'est engagé à modifier cet objectif en indiquant, conformément au guide n° 22 de l'ASN, que :

- les fonctions de sûreté permettant de prévenir la fusion du combustible en piscine doivent rester assurées ;
- les fonctions de sûreté permettant de prévenir la fusion du cœur doivent rester assurées dans la mesure du possible. En tout état de cause, les fonctions de sûreté permettant de limiter les effets d'un hypothétique accident avec fusion du cœur doivent rester assurées à la suite d'une agression externe extrême.

EDF définit des niveaux d'aléas pour la protection des réacteurs EPR2 de Penly contre les effets des agressions externes extrêmes et identifie les SSC à protéger contre les agressions externes extrêmes.

S'agissant de l'objectif de prévention de la fusion du combustible, EDF retient un scénario conventionnel (perte de la source froide principale de sûreté pour les deux réacteurs EPR2

pendant une durée de 100 heures associée à un manque de tension externe (MDTE) et à la perte des groupes électrogènes de secours principaux), pour lequel les SSC nécessaires sont protégés à l'égard des agressions externes extrêmes. En complément, EDF étudiera ce scénario en considérant le blocage d'une grappe hors du cœur et l'insertion partielle des grappes adjacentes.

Le groupe permanent estime que l'ensemble de ces éléments est satisfaisant.

Règles d'étude des agressions internes et externes

EDF retient la défaillance aléatoire d'un équipement dans les études d'agressions internes et externes de référence. Il n'applique toutefois pas cette démarche aux équipements passifs statiques. Le groupe permanent rappelle que la défaillance de certains de ces équipements (tels des siphons de sol ou des portes coupe-feu) pourrait induire une propagation des effets des agressions. Le groupe permanent considère nécessaire qu'EDF apporte des justifications complémentaires concernant la prise en compte de la défaillance aléatoire pour les équipements passifs statiques.

Le groupe permanent considère que les cumuls d'agressions entre elles ou avec un événement initiateur, qui sont retenus par EDF, sont acceptables.

Protection contre les agressions internes

Incendie interne

La démarche de protection contre les risques liés à l'incendie repose prioritairement sur une sectorisation afin d'éviter les modes communs de défaillance, complétée par des dispositions de détection et de lutte contre l'incendie. Les études fournies à ce stade du dossier restent succinctes, notamment pour le bâtiment de traitement des effluents.

Le groupe permanent relève que l'emplacement des zones d'entreposage ou de stockage des charges calorifiques transitoires dans les bâtiments n'est pas défini. Il considère nécessaire qu'EDF fournit des justifications complémentaires sur ce point, notamment concernant la sectorisation contre l'incendie.

Par ailleurs, EDF a retenu, pour les systèmes de détection et de lutte contre l'incendie dans les bâtiments classés de sûreté S1¹, des exigences de conception que le groupe permanent considère adaptées.

¹ Sont classés S1 : les bâtiments ou structures abritant ou supportant les EIPS requis pour la mitigation des conditions de fonctionnement DBC2 à 4, avec défaillances multiples DEC-A ou avec fusion du cœur DEC-B et contribuant à la protection des EIPS contre les agressions externes ou internes, les bâtiments ou structures assurant une fonction de sûreté de confinement et les bâtiments ou structures accomplissant des fonctions de catégorie 1.

EDF a transmis une première identification des portes coupe-feu dites « sensibles », dont l'ouverture est susceptible de conduire à un mode commun de défaillance en cas de propagation d'un incendie, mais n'a pas justifié la maîtrise des risques associés. Le groupe permanent considère qu'EDF doit en limiter autant que possible le nombre et que, pour celles qui subsisteraient, des dispositions doivent être prises pour maîtriser les risques en cas d'incendie. Il estime nécessaire qu'EDF fournisse des justifications complémentaires sur ces points.

Explosion interne

EDF met en œuvre une démarche de prévention contre l'explosion interne visant à limiter le nombre de locaux « à risque d'explosion avéré ».

Le groupe permanent relève que les études présentées à ce stade du dossier restent succinctes. À cet égard, EDF prévoit de transmettre, de manière anticipée par rapport à la DMES, les études du risque d'explosion à l'intérieur des systèmes véhiculant des fluides hydrogénés ainsi que dans les locaux identifiés « à risque d'explosion avéré » qui sont situés majoritairement dans le bâtiment du combustible. Ces études devront notamment vérifier que les éléments importants pour la protection des intérêts « sûreté » (EIPS) restant fonctionnels en cas d'explosion dans ce bâtiment permettront de respecter les objectifs de sûreté.

EDF prévoit d'exclure le risque d'explosion dans le local contenant des batteries situé à proximité de la salle de commande du réacteur implantée dans le bâtiment HLC. Le groupe permanent considère que la démonstration de cette exclusion devra être assurée avec un haut niveau de confiance, compte tenu de son caractère structurant pour la conception de l'installation. À défaut, la protection des EIPS potentiellement impactés, dont la salle de commande, devra être assurée.

Pour ce qui concerne les risques d'explosion pouvant survenir dans le périmètre de l'installation, mais à l'extérieur des bâtiments, le groupe permanent relève que la démarche de protection des bâtiments classés de sûreté S1 et des SSC présents à l'extérieur de ces bâtiments s'appuie sur leur résistance ou leur éloignement des sources d'explosion, ce qui est satisfaisant.

Inondation interne et rupture de tuyauteries à haute énergie (RTHE)

Le groupe permanent considère que les études des agressions « inondation interne et RTHE » devront tout particulièrement justifier les hypothèses retenues, notamment pour le calcul de la hauteur d'eau dans les locaux résultant de ces agressions.

Pour ce qui concerne les effets d'une RTHE, le groupe permanent relève qu'EDF n'a pas présenté les conséquences sur les équipements de la tuyauterie rompue liées aux effets de la décompression. Ce point devra être complété.

Pour le bâtiment du réacteur, la conception devra limiter autant que possible les situations pouvant conduire à une agression entre elles de tuyauteries des systèmes comportant des tuyauteries à haute énergie. Si de telles situations subsistaient, EDF devrait démontrer le respect des objectifs de sûreté.

Le groupe permanent relève que la démonstration d'absence d'agression par des RTHE des lignes en exclusion de rupture reste à transmettre.

Pour ce qui concerne les risques d'inondation dans le bâtiment du combustible, EDF prévoit d'étudier la faisabilité de modifications pour augmenter la marge à l'immersion des pompes du train n° 2 du système de refroidissement et de traitement des piscines en cas de défaillance d'une tuyauterie du train n° 3 de ce système. Le groupe permanent considère qu'EDF devra justifier que la disposition retenue permet d'éviter l'immersion de ces pompes.

Collisions et chutes de charge

Le groupe permanent estime que la démarche de protection contre les effets des collisions et des chutes de charge lors de la manutention est acceptable, EDF s'étant notamment engagé à étudier les conséquences d'une chute de charge depuis les engins de manutention classés haute sécurité HS1. À cet égard, il souligne l'importance des études prévues par EDF visant à exclure la chute d'un batardeau sur le combustible entreposé dans la piscine de désactivation et à vérifier, au titre de la robustesse, l'absence de conséquences d'une telle chute sur le génie civil et les SSC survolés.

Émissions de projectiles

Le groupe permanent estime que la démarche de protection contre l'effet des projectiles est acceptable compte tenu des règles d'installation et des compléments apportés par EDF concernant les projectiles retenus.

Protection contre les agressions externes

Prise en compte du changement climatique et adaptabilité de l'installation

Le groupe permanent estime que l'approche générale d'EDF pour la prise en compte des évolutions climatiques prévisibles sur la durée d'exploitation (marges appliquées pour le niveau de l'aléa retenu à la conception ou capacité d'adaptation de l'installation) est satisfaisante. Le groupe permanent souligne cependant la variabilité des projections climatiques à l'échéance considérée.

EDF prévoit d'appliquer la démarche de veille climatique mise en œuvre pour les réacteurs du parc en exploitation qui vise à permettre d'évaluer la robustesse des niveaux d'aléas considérés à chaque réexamen périodique et d'anticiper les évolutions qui seraient nécessaires.

Aggressions spécifiques à la source froide principale de sûreté

Pour les agressions spécifiques à la source froide principale de sûreté des réacteurs EPR2 de Penly, EDF prévoit notamment d'assurer un suivi régulier du risque de frasil et ne tient pas compte d'une augmentation du niveau de la mer pour définir le niveau des plus basses eaux de sécurité (PBES), ce qui n'appelle pas de remarque.

Séisme

EDF prévoit de transmettre, de manière anticipée par rapport à la DMES, une analyse des éléments de connaissance des failles autour du site de Penly. Ces éléments permettront d'évaluer la nécessité de retenir un paléoséisme sur ce site.

EDF s'est engagé à retenir, pour les réacteurs EPR2 de Penly, le séisme majoré de sécurité (SMS) défini dans le cadre du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe de ce site. À cet égard, le groupe permanent relève que les spectres de dimensionnement (SDD) considérés pour la conception des SSC des réacteurs EPR2 de Penly enveloppent ceux du SMS ainsi défini, ce qui est satisfaisant.

Pour ce qui concerne les effets induits du séisme, le groupe permanent considère que, pour les locaux qui ne font pas l'objet d'une analyse des risques d'inondation en cas de défaillance des équipements non classés au séisme qu'ils abritent, EDF devra vérifier que les études d'inondation interne réalisées par ailleurs couvrent ces situations.

Inondation externe

Le groupe permanent considère que la démarche de protection mise en œuvre à l'égard des situations d'inondation externe de référence et extrême pour faire face aux débordements de la source froide, aux déversements directs sur la plateforme, à la remontée de la nappe phréatique et aux franchissements des ouvrages de protection est globalement satisfaisante. Il note qu'EDF prévoit de réévaluer les niveaux de vagues et d'intumescence en tenant compte du niveau marin projeté à l'horizon 2100 et de vérifier, dans ce cadre, que la disponibilité des équipements de la station de pompage de sûreté restera assurée, ce qui est satisfaisant.

Canicule

Le groupe permanent considère que les niveaux d'aléas retenus pour la conception des installations, qui tiennent compte d'une projection à l'horizon 2100, sont acceptables pour les réacteurs EPR2 du site de Penly compte tenu de leur capacité d'adaptation.

EDF a pris des engagements satisfaisants concernant la réalisation des études thermiques dans les locaux de l'installation (justification des hypothèses et du caractère enveloppe du scénario considéré). Il devra également justifier les modélisations utilisées dans ses études.

Grand froid

Le groupe permanent estime que les niveaux d'aléas et la démarche considérés pour la conception des réacteurs EPR2 de Penly à l'égard des situations de grand froid sont satisfaisants.

Neige

Le groupe permanent estime que les niveaux d'aléas et la démarche considérés pour la conception des réacteurs EPR2 de Penly à l'égard des situations de neige sont satisfaisants.

Tornade et projectiles associés

Le groupe permanent considère que les niveaux d'aléas pour l'agression « tornade » sont acceptables et que la démarche de protection des réacteurs EPR2 de Penly contre ses effets est globalement satisfaisante. À cet égard, il souligne que la méthode d'étude pour la protection des cibles de sûreté aux effets indirects (projectiles) de la tornade est en cours d'évolution dans le cadre de la prise en compte de ce risque pour les réacteurs du parc en exploitation.

Grand vent et projectiles générés par le grand vent (PGGV)

EDF a retenu pour l'agression de référence « grand vent » un facteur de majoration pour correspondre à la cible probabiliste de 10^{-4} /an. Le groupe permanent note que la méthode de caractérisation de l'aléa « grand vent » fait actuellement l'objet d'échanges entre l'ASN et les exploitants nucléaires qui pourraient conduire à des vitesses de vent supérieures à celles retenues par EDF pour le site de Penly. En conséquence, il considère que la démarche de conception doit être prudente afin de disposer de marges.

Environnement industriel et voies de communication (hors chute d'aéronef)

Le groupe permanent souligne que les risques principaux pour cette agression sont portés par le trafic maritime au large du site de Penly. À cet égard, pour la vérification d'absence d'effets sur les réacteurs EPR2 de Penly d'un feu de nappe ou d'une explosion, EDF a apporté des éléments et pris des engagements satisfaisants.

Le groupe permanent relève toutefois que des évolutions de méthode demandées pour le parc en exploitation seront à prendre en compte par EDF pour les réacteurs EPR2 de Penly.

Aspects liés à la géologie et à la géotechnique du site

Le groupe permanent considère que les reconnaissances de terrains menées par EDF sur la partie du site de Penly devant accueillir les réacteurs EPR2 sont suffisantes à ce stade. Il note qu'EDF inclura les caractéristiques des différentes couches de remblais dans son modèle géotechnique des terrains de fondation. Le groupe permanent considère qu'EDF devra fournir des compléments concernant les tassements différentiels induits par les remblais dans les différentes situations étudiées.

Les reconnaissances réalisées par EDF concernant la stabilité de la falaise, une fois celle-ci reprofilée, apparaissent également suffisantes. De plus, le groupe permanent estime que les dispositifs prévisionnels de surveillance de la falaise reprofilée sont adaptés.

Conséquences radiologiques liées aux agressions

Le groupe permanent considère que la démarche d'évaluation des conséquences radiologiques des agressions, qui consiste à identifier des scénarios d'agression dits « enveloppes » en termes de rejets, puis, pour chacun de ces scénarios, à identifier la ou les conditions de

fonctionnement (DBC ou DEC-A) les couvrant en termes de conséquences radiologiques, est acceptable. Il note que des études restent attendues à échéance de la DMES.

Après examen, le groupe permanent estime que les évaluations déjà réalisées permettent de considérer que les objectifs qu'EDF s'est fixés en matière de conséquences radiologiques associées aux agressions pourront être atteints.

Évaluations probabilistes de sûreté (EPS) pour les agressions

Le groupe permanent relève qu'à ce stade, EDF a fourni un premier éclairage probabiliste concernant le risque sismique sur la base d'une méthode simplifiée. Pour les autres EPS « agressions » d'origines interne et externe, EDF n'a pas réalisé d'études. Le groupe permanent retient qu'EDF fournira des études probabilistes à échéance de la DMES.

IV

Conclusion

Le groupe permanent relève que les réacteurs EPR2 de Penly sont conçus en incluant des niveaux d'aléas associés à la cible probabiliste de 10^{-4} /an pour les agressions externes de référence. De plus, EDF retient pour la conception de l'îlot nucléaire et de la source froide diversifiée des niveaux d'agressions génériques enveloppes découplés du site de Penly. Cette démarche est satisfaisante.

Par ailleurs, les réacteurs EPR2 prennent en compte à la conception les agressions externes extrêmes. À cet égard, chacun des réacteurs disposera notamment d'une source froide diversifiée et d'une alimentation électrique robustes à ces agressions.

Le groupe permanent souligne cependant que les études d'agressions internes et externes restent pour la plupart à transmettre ou à finaliser. Dans ce cadre, EDF doit compléter les éléments concernant le bâtiment HQA.

En conclusion, le groupe permanent estime que, moyennant la prise en compte du présent avis et compte tenu des engagements pris par EDF, les démarches, les hypothèses et les dispositions de conception présentées dans le dossier des réacteurs EPR2 de Penly à l'égard des agressions objets de la saisine apparaissent globalement adaptées au regard des objectifs de sûreté assignés à ces réacteurs. Il estime toutefois qu'un examen complémentaire devra être réalisé à un stade plus avancé de la conception.

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

M. CHARLES Président
M. SIDANER Vice-président

M. BELLESSA
M. BIGOT
Mme CADET-MERCIER
M. CHABOD
M. DEVOS
M. FRANCARD
M. LORINO
M. MENAGE
M. MIRAUCOURT
M. NEDELEC
M. NICAISE
Mme PICHEREAU
M. RAMBACH
M. RAYMOND
M. ROCHWERGER
M. ROYER
M. SEKRI
M. SERVIERE
M. SEVESTRE
Mme TOMBUYSES
M. VITTON