

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

**AVIS RELATIF AUX ÉTUDES D'ACCIDENTS GRAVES ASSOCIÉES AU
QUATRIÈME RÉEXAMEN PÉRIODIQUE DES RÉACTEURS DE 1300 MWE
(RP4 1300)**

I

Conformément à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), notifiée par lettre CODEP-DCN-2024-019489 du 27 septembre 2024, le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) s'est réuni les 14 et 15 novembre 2024 pour examiner les améliorations proposées par Électricité de France (EDF) concernant les accidents graves pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe (RP4 1300) ainsi que les études associées.

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 afférents pris par EDF. Ils ont également pris connaissance du bilan des inspections menées par l'ASN concernant la gestion des accidents graves et portant tout particulièrement sur l'appropriation de ce sujet par les exploitants des réacteurs. Ils ont par ailleurs entendu les explications et commentaires présentés en séance par EDF.

II

Le groupe permanent a, conformément à la saisine précitée, examiné les dispositions prévues et les études réalisées par EDF pour la maîtrise des accidents graves dans le cadre du réexamen RP4 1300. Dans ce cadre, l'ASN a demandé que le groupe permanent examine en particulier :

- *« l'application par EDF de la démarche de défense en profondeur pour la conception des dispositions de limitation des conséquences d'un accident grave ;*
- *les stratégies et dispositions prévues pour la gestion des accidents graves ;*
- *les dispositions de limitation du risque de percement ou de fuite par le radier ;*
- *les dispositions d'évacuation de la puissance résiduelle sans éventage (dont l'EAS-ND) ;*
- *les dispositions d'évacuation de la puissance résiduelle avec éventage ;*
- *l'évaluation du risque hydrogène en accident grave ;*
- *l'évaluation des conséquences radiologiques d'un accident grave et les options étudiées par EDF concernant l'amélioration de l'efficacité du filtre U5 ;*
- *le principe et la pertinence des dispositions de gestion du risque de fuite d'eau contaminée vers les eaux souterraines et le milieu, après un accident grave ».*

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

III

Le groupe permanent a examiné les dispositions prévues et les études réalisées par EDF pour la maîtrise des accidents graves au regard des objectifs retenus pour le réexamen RP4 1300 qui sont de tendre vers des mesures de protection des populations limitées dans l'espace et dans le temps et de réduire autant que raisonnablement possible les conséquences radiologiques à court, moyen et long termes.

Application de la démarche de défense en profondeur pour la conception des dispositions de gestion des accidents graves

De manière générale, le groupe permanent considère que l'application de la démarche de défense en profondeur pour la conception des nouvelles dispositions de limitation des conséquences d'un accident grave est satisfaisante. Il relève, en particulier, l'importance de la disposition EAS-ND en termes de limitation des conséquences d'un accident grave en évacuant, sans éventage, la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement après fusion du cœur.

Stratégies et dispositions prévues pour la gestion des accidents graves

Le groupe permanent a examiné les dispositions prévues pour la gestion des accidents graves dans le cadre du réexamen RP4 1300. EDF a conçu ces dispositions en cohérence avec les stratégies mises en œuvre dans le cadre du réexamen RP4 900.

Le système EDE, spécifique aux réacteurs ayant une enceinte de confinement à double paroi, a pour fonction de collecter les fuites de l'enceinte interne dans l'espace entre les enceintes interne et externe et de filtrer les effluents correspondants avant rejet dans l'environnement. Concernant la stratégie d'utilisation de ce système en cas d'accident grave, le groupe permanent souligne l'importance d'une surveillance qui permette d'anticiper l'éventuelle dégradation de l'efficacité de la filtration des iodes radioactifs et d'adapter en conséquence la conduite de ce système.

S'agissant de la maîtrise des risques de criticité, le groupe permanent estime satisfaisantes les justifications apportées par EDF. Il constate que le risque de retour en criticité du corium est raisonnablement écarté, que ce soit dans la cuve du réacteur ou dans la zone d'étalement après percement de la cuve et ce, pour toutes les gestions de combustible susceptibles d'être mises en œuvre dans le cadre du réexamen RP4 1300.

Par ailleurs, le groupe permanent note que la stratégie et les dispositions de limitation des conséquences d'un accident grave ont été définies en considérant un état initial « réacteur en puissance ». EDF a mis en place une démarche de vérification de l'adéquation de ces dispositions pour les états d'arrêt du réacteur. Le groupe permanent considère satisfaisante la démarche mise en place

par EDF, mais relève que la faisabilité des actions préconisées pour les états d'arrêt reste à vérifier dans le cadre de la mise à jour du guide d'intervention en accident grave (GIAG).

En outre, le groupe permanent estime satisfaisant l'engagement d'EDF de faire mention dans le GIAG que les systèmes d'appoint d'eau dont le débit est trop faible pour maintenir le refroidissement du combustible en cuve doivent être arrêtés, car ils sont susceptibles d'aggraver la situation sans contrepartie favorable.

Enfin, le groupe permanent considère que les dispositions mises en œuvre par EDF dans le cadre du réexamen RP4 1300, et notamment les instrumentations pour surveiller l'état de l'installation accidentée, permettent la maîtrise des risques durant la phase « long terme » de l'accident.

Dispositions de limitation du risque de percement ou de fuite par le radier

EDF s'est fixé un objectif général de limitation des effets directs de l'interaction corium-béton au seul radier des structures internes du bâtiment du réacteur. Le groupe permanent note toutefois que cela implique une propagation des effets d'échauffement thermique au radier sous-jacent de l'enceinte de confinement. De plus, il souligne que les valeurs calculées d'érosion maximale du radier des structures internes des réacteurs sont entachées d'incertitudes liées à la phénoménologie des accidents graves et aux connaissances disponibles sur l'interaction corium-béton. Pour autant, compte tenu de l'état des connaissances, il n'a pas d'objection sur l'objectif général retenu par EDF.

De manière générale, le groupe permanent estime que les dispositions prévues par EDF pour favoriser un étalement du corium à sec dans le puits de cuve et dans le local de l'instrumentation du cœur (local RIC), ainsi que, si nécessaire, selon les réacteurs, dans une zone complémentaire adjacente au local RIC, puis sa stabilisation sous eau, constituent des améliorations de sûreté de nature à maîtriser le risque de percement ou de fuite par le radier. Cependant, la démonstration de leur efficacité apportée par EDF ne couvre pas l'ensemble des scénarios de fusion du cœur envisageables, notamment des scénarios de dégradations partielles et successives du cœur. Le groupe permanent considère que la démarche retenue par EDF est acceptable, mais que la conception des dispositions envisagées mérite d'être améliorée en tenant compte au mieux de la réalité des installations.

Le groupe permanent estime également qu'EDF doit rechercher des améliorations des dispositions proposées afin d'assurer le maintien à sec de la zone d'étalement jusqu'à l'étalement complet du corium dans la zone d'étalement prévue. Il émet à cet égard la recommandation en annexe.

Dispositions d'évacuation de la puissance résiduelle sans évitage

Dans le cadre du réexamen RP4 1300, EDF a prévu la disposition EAS-ND, qui permettra notamment d'évacuer la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement en cas de fusion du cœur sans recourir au dispositif d'évitage et de filtration U5, dans l'objectif de réduire les rejets dans l'environnement en cas d'accident.

Le groupe permanent estime que les éléments apportés par EDF, en termes de dimensionnement, de critères fonctionnels et de stratégie de conduite, permettent de justifier l'efficacité de la disposition EAS-ND.

Le groupe permanent considère que le fonctionnement de la disposition EAS-ND permet de répondre à l'objectif fixé d'éviter autant que possible d'utiliser le dispositif U5 d'évitage de l'enceinte de confinement et de filtration et apporte un gain substantiel en termes de réduction des rejets dans l'environnement.

Dispositions d'évacuation de la puissance résiduelle avec évitage

Le groupe permanent note que le recours au dispositif d'évitage et de filtration U5 reste envisagé pour les situations d'accident avec défaillance de la disposition EAS-ND.

Le groupe permanent constate que sa mise en œuvre, associée à celle d'un appoint d'eau dans les puisards du bâtiment du réacteur par la force d'action rapide nucléaire (FARN) d'EDF, permet le maintien de la pression dans l'enceinte de confinement en deçà de sa pression de dimensionnement, ce qui est satisfaisant.

Évaluation du risque lié à l'hydrogène lors d'un accident grave

Le groupe permanent relève que la démonstration de la tenue des équipements nécessaires à la gestion d'un accident grave aux chargements dynamiques de pression résultant d'une combustion d'hydrogène repose sur des études réalisées par EDF dans le cadre du réexamen RP3 1300. Le groupe permanent convient que les modifications associées au réexamen RP4 1300 n'entraînent pas de régression pour ce qui concerne les risques de phénomènes dynamiques en cas de combustion d'hydrogène. Toutefois, il souligne que les études visant à montrer la tenue de l'ensemble des équipements nécessaires devraient être mises à jour.

Pour ce qui concerne le risque lié à l'hydrogène dans les états d'arrêt, le groupe permanent estime que l'engagement d'EDF de mettre à jour son étude afin de tenir compte de scénarios plus pénalisants pour les risques de combustion d'hydrogène et d'utiliser une méthodologie adaptée pour l'évaluation du risque de phénomènes dynamiques est satisfaisant.

Enfin, le groupe permanent souligne le caractère bénéfique des nouvelles dispositions mises en œuvre dans le cadre du réexamen RP4 1300. Elles permettent en effet de réduire la production de gaz inflammables, et ainsi d'exclure le risque de combustion dans l'espace entre enceintes de confinement et dans le dispositif d'éventage et de filtration U5, même en l'absence de préchauffage de la ligne d'éventage. En cas d'échec du renoyage du corium et de poursuite de l'interaction corium-béton à sec, un risque de combustion d'hydrogène dans le dispositif U5 est toutefois possible. Le groupe permanent souligne l'impact bénéfique du préchauffage de la ligne d'éventage dans ces situations en limitant la durée pendant laquelle le risque de combustion d'hydrogène est présent et l'importance de mettre à disposition ces informations afin d'éclairer les acteurs de la gestion de crise.

Évaluation des conséquences radiologiques d'un accident grave et options étudiées par EDF concernant l'amélioration de l'efficacité du filtre U5

Le groupe permanent considère que les hypothèses physiques et fonctionnelles retenues par EDF pour ses évaluations de rejets hors de l'enceinte de confinement en cas d'accident grave ainsi que les scénarios et la méthodologie retenus par EDF pour l'évaluation des conséquences radiologiques sont acceptables.

Le groupe permanent souligne le gain apporté par la disposition EAS-ND et considère que sa mise en œuvre permet de limiter les conséquences radiologiques dans l'espace et dans le temps.

Toutefois, le groupe permanent rappelle que l'amélioration de la filtration par le dispositif d'éventage et de filtration U5 demeure un enjeu important pour les situations où son ouverture serait requise. À cet égard, il considère qu'EDF doit finaliser ses études d'ingénierie relatives à l'amélioration de la filtration par le dispositif U5 et proposer au plus tôt une solution industrielle afin de réduire autant que raisonnablement possible les rejets d'iode en cas d'accident.

Principe et pertinence des dispositions de gestion du risque de fuite d'eau contaminée vers les eaux souterraines et le milieu après un accident grave

La gestion des eaux contaminées présentes dans le bâtiment du réacteur repose sur la rétention assurée par le radier de ce bâtiment, complétée à moyen terme par la mise en œuvre d'une unité mobile de traitement des effluents contaminés (UMTEC).

S'il n'a pas de remarque de principe sur la démarche de conception de l'UMTEC, qui repose sur des hypothèses de découplage, le groupe permanent note que, à ce stade, l'ensemble des dispositions, les modalités d'exploitation de l'UMTEC et les analyses de risques associées ne sont pas encore finalisées.

Le groupe permanent considère que ce dispositif permettrait, dans le cadre des hypothèses retenues pour sa conception et moyennant la définition de l'ensemble des dispositions permettant d'assurer la maîtrise des risques associés à son exploitation, de répondre à l'objectif de réduire la contamination des eaux présentes dans le bâtiment du réacteur après un accident ayant conduit à la fusion du cœur.

Synthèse de la campagne d'inspections de l'ASN portant sur les dispositions opérationnelles de maîtrise des accidents graves

La campagne d'inspections réalisée par l'ASN en 2023, qui visait, d'une part à contrôler l'état des matériels susceptibles d'être sollicités en cas d'accident grave, d'autre part à apprécier l'aptitude des intervenants d'EDF à appliquer les actions de conduite mettant en œuvre ces matériels, montre qu'ils se sont insuffisamment appropriés la doctrine « accidents graves » définie au niveau national et ont des difficultés à mettre en œuvre efficacement les actions préconisées par le guide d'intervention en cas d'accident grave (GIAG). Le groupe permanent insiste sur la nécessité que les conditions soient réunies afin que les acteurs sur le terrain puissent agir et mettre en œuvre de façon satisfaisante les actions prévues.

Dans ce cadre, il estime souhaitable de réaliser un examen, d'une part des actions menées par EDF pour assurer l'appropriation des dispositions prévues en cas de crise par les acteurs concernés, d'autre part du GIAG après son adaptation aux dispositions résultant du réexamen RP4 1300.

Conclusion

Le groupe permanent estime que les dispositions qu'EDF prévoit de mettre en œuvre à l'occasion du réexamen RP4 1300, et qui visent à limiter le risque de percement du radier du bâtiment du réacteur et le besoin d'éventage de l'enceinte de confinement, amélioreront significativement la maîtrise des accidents graves pouvant affecter les réacteurs de 1300 MWe.

Ainsi, sous réserve du respect des engagements pris par EDF et de la prise en compte du présent avis, dont la recommandation en annexe, le groupe permanent considère que les améliorations relatives aux accidents graves, prévues pour les réacteurs de 1300 MWe dans le cadre de leur quatrième réexamen périodique, permettront de répondre aux objectifs fixés par l'ASN.

Annexe

Recommandation

Le groupe permanent recommande que le mur de délimitation de la zone d'étalement complémentaire du corium permette d'assurer un étalement à sec de celui-ci compte tenu des quantités d'eau susceptibles d'être présentes en partie basse du bâtiment du réacteur en situation accidentelle.

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

M. CHARLES Président
M. SIDANER Vice-président

M. BELLESSA
M. BIGOT
M. CHABOD
Mme DEGEYE
M. DEVOS
M. FRESON
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