

Fontenay-aux-Roses, le 7 février 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2020-00019

Objet ...	Réacteurs électronucléaires - EDF - Demande d'autorisation de modification notable - Palier CPY - PARITE MOX - Enchaînement de 2 recharges successives 0 MOX
Réf(s) ...	1. Saisine ASN - CODEP-DCN-2020-001951 du 17 janvier 2020 2. Avis IRSN/2019-00026 du 15 février 2019 3. Lettre ASN - CODEP-DCN-2019-012204 du 25 mars 2019
Nbre de page(s)..	5

Conformément à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) citée en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné les éléments transmis par Électricité de France (EDF) portant sur la demande d'autorisation de modification du rapport de sûreté (RDS) pour y inclure un enchaînement de deux campagnes consécutives sans assemblages de combustible MOX neufs. Ces éléments s'inscrivent dans le cadre de la démonstration de sûreté associée aux réacteurs électronucléaires de 900 MWe du palier CPY exploités en gestion de combustible Parité MOX et à l'état technique correspondant à leur troisième visite décennale (VD3).

Contexte

Pour couvrir les besoins du parc électronucléaire, EDF met en œuvre des campagnes qualifiées de « variables » qui s'écartent significativement, en termes de plans de chargement des cœurs et de durée de campagne, des hypothèses retenues dans les études de sûreté génériques du RDS. La prise en compte de l'impact de la variabilité des cycles sur la démonstration de sûreté s'articule autour de deux volets :

- le premier volet concerne le dossier général d'évaluation de la sûreté des recharges (DGES). Ce document décrit l'ensemble des vérifications menées avant chaque nouvelle campagne pour garantir l'applicabilité des conclusions des études génériques du RDS. La démonstration de sûreté en recharge repose sur le respect, pour certains paramètres neutroniques dits paramètres clés, de valeurs limites issues des études génériques ;

Adresse Courrier

BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

Siège social

31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

- le deuxième volet concerne le risque de rupture de gaine par interaction entre la pastille et la gaine¹ (IPG). Les études IPG sont réalisées par EDF sur la base du cycle prolongé à l'équilibre² de la gestion prévisionnelle (appelé cycle de référence) avec la méthodologie IPG renouvelée (MIR). Elles fixent notamment les limites relatives à l'exploitation en termes de durées passées en fonctionnement prolongé à puissance intermédiaire (FPPI). Le FPPI est en effet un mode de fonctionnement défavorable par rapport au risque de rupture de gaine par IPG.

EDF a développé une démarche de démonstration de sûreté générique portant sur ces deux volets. Cette démarche a été dans un premier temps appliquée aux réacteurs 900 MWe du palier CPY exploités en gestion de combustible Parité MOX VD2 et VD3. Dans l'avis cité en référence [2], l'IRSN a considéré cette démarche satisfaisante. L'ASN a alors autorisé en mars 2019 [3] la variabilité demandée par EDF, en soulignant que cette démonstration devait être intégrée au RDS. Ce domaine couvre notamment le cas d'une recharge ponctuelle sans assemblages de combustible MOX neufs, mais pas celui d'un enchaînement de deux recharges successives.

Or, malgré des actions de maintenance et d'amélioration des processus de fabrication de combustible MOX, des difficultés persistantes sont rencontrées à l'usine de fabrication de MÉLOX, ce qui conduit à des manques de fourniture en assemblages de combustible MOX dès le début de l'année 2020. Dès lors, EDF sera amené à mettre en œuvre pour plusieurs réacteurs un enchaînement de deux recharges successives sans assemblages de combustible MOX neufs.

En conséquence, l'ASN sollicite l'avis de l'IRSN sur la démonstration de sûreté transmise par EDF pour couvrir ce type d'enchaînement, et en particulier sur les aspects suivants :

- la recevabilité des « justifications sur le plan de la sûreté, basées sur le dossier ayant fait l'objet d'une autorisation de l'ASN par courrier en référence [3] » ;
- la suffisance de « la limitation du fonctionnement prolongé à puissance intermédiaire (FPPI) à 8 jours, proposée par l'exploitant ».

Applicabilité du référentiel de sûreté « Parité MOX VD3 »

En 2019, trois réacteurs exploités en gestion de combustible Parité MOX ont chargé 40 assemblages UO₂ neufs (sans assemblages de combustible MOX) : les campagnes 36 des réacteurs n°2 du Blayais et de Dampierre-en-Burly et la campagne 31 du réacteur n°4 de Chinon.

¹ Ce risque est à considérer dès lors que le contact entre la pastille et la gaine d'un crayon de combustible est établi (jeu fermé). S'il n'y a pas de risque potentiel de rupture de gaine en régime permanent, celui-ci apparaît dès lors que le crayon de combustible subit de fortes augmentations de puissance, la gaine étant alors sollicitée en traction. L'intégrité de la première barrière (gaine des crayons de combustible) doit être démontrée pour toutes les conditions de fonctionnement de dimensionnement de catégories 1 (fonctionnement normal) et 2 (fonctionnement incidentel).

² Un plan de chargement est à l'équilibre lorsque le positionnement des assemblages entre deux cycles successifs et la longueur du cycle ne varient plus.

Dans la présente analyse de sûreté, EDF considère donc les plans de chargements prévisionnels provenant de l'enchaînement de deux recharges consécutives sans assemblages de combustible MOX neufs sur ces trois réacteurs.

L'analyse des plans de chargements prévisionnels précités a conduit EDF à observer un dépassement de la valeur maximale de la fraction effective de neutrons retardés³ prescrite dans le DGES du référentiel Parité MOX VD3. Ce dépassement s'explique dans la mesure où la fraction effective de neutrons retardés est plus importante pour les assemblages UO₂ que pour les assemblages MOX. La démonstration de sûreté des futures campagnes mettant en œuvre cet enchaînement sera présentée par EDF, conformément à l'application du DGES du référentiel Parité MOX VD3, dans les Dossiers spécifiques d'évaluation de la sûreté en recharge (DSS) des campagnes concernées.

EDF a analysé les conséquences de ce dépassement sur les études d'accidents, qui concernent en particulier les transitoires suivants :

- le retrait incontrôlé de groupes à puissance nulle (RIGZ) initié en attente à chaud ;
- la chute de grappe(s) (CDG) pour la phase de détection⁴.

Le calcul du terme A de la puissance résiduelle⁵ est également affecté par ce dépassement⁶, puisqu'il s'agit du terme associé aux fissions résiduelles dues aux neutrons retardés.

Les conséquences de ce dépassement ont été identifiées par EDF en application de la méthode d'évaluation de la sûreté en recharge précédemment expertisée par l'IRSN [2], ce qui n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

Pour ce qui est des transitoires affectés :

³ Lors de la fission d'un noyau lourd (uranium ou plutonium par exemple), des neutrons sont émis, permettant ainsi le maintien de la réaction en chaîne dans le réacteur. On distingue les neutrons dits prompts, qui sont émis au moment de la fission, des neutrons dits retardés, qui sont émis eux entre plusieurs secondes et plusieurs minutes après la fission.

⁴ L'étude du transitoire de CDG est menée en deux phases consécutives :

- la première, dite « phase de détection », évalue l'aptitude du système de protection du cœur à détecter une CDG. Toutes les combinaisons de chute de grappes sont testées. Les cas détectés déclenchent automatiquement l'arrêt automatique du réacteur (AAR) ;
- la seconde, dite « phase de transitoire », calcule l'évolution du cœur pour les cas de CDG non-détectées afin de vérifier le respect des critères de sûreté et le bon dimensionnement des alarmes.

⁵ La puissance résiduelle du combustible d'un cœur de réacteur nucléaire résulte de plusieurs composantes : le terme A désigne la puissance associée aux fissions résiduelles dues aux neutrons retardés émis après l'arrêt de la réaction en chaîne.

⁶ Les transitoires qui sont concernés par la vérification du terme A sont : la rupture de tube de générateur de vapeur (RTGV) de catégories 3 & 4, la rupture de tuyauterie d'eau alimentaire (RTE), l'ouverture intempestive d'une soupape pressuriseur (OISP) et les accidents de perte de réfrigérant primaire (APRP) pour toutes les tailles de brèches.

- pour le RIGZ, EDF estime que, compte tenu des marges importantes de l'étude générique, l'impact de ce dépassement ne met pas en cause le respect des critères de sûreté associés ;
- pour la phase de détection de la CDG, EDF a montré, sous réserve de considérer les cas de chute de deux grappes comme étant non-détectés, que ce dépassement n'a pas d'effet. En conséquence, EDF s'engage à ne pas valoriser la détection des cas de chute de deux grappes dans les DSS.

En ce qui concerne le terme A de la puissance résiduelle, celui-ci est calculé de plusieurs façons selon les accidents considérés :

- le calcul peut être effectué de façon explicite à partir de données neutroniques (dont la fraction effective de neutrons retardés). EDF a apporté des éléments au cours de l'expertise qui montrent que les conservatismes du calcul sont suffisants pour que le dépassement ne mette pas en cause la démonstration de sûreté ;
- ce terme peut également être estimé par une méthode dite simplifiée, qui donne de manière conservative son évolution selon le rapport entre l'anti-réactivité apportée (par l'arrêt automatique du réacteur ou par effet de vidange du circuit primaire pour un accident de brèche) et la valeur maximale de la fraction effective de neutrons retardés. EDF propose alors, afin de s'assurer de la validité du terme A, d'ajouter la valeur de ce rapport en tant que paramètre clé, ce que l'IRSN estime satisfaisant.

Enfin, lors de l'expertise ayant abouti à l'avis en référence [2], EDF avait complété sa démonstration en tenant compte de l'effet de la variabilité des cycles sur les pénalités s'appliquant sur un certain nombre de données neutroniques dans les études de sûreté génériques. Lors de la présente expertise, EDF a étendu cette analyse à ce nouveau dossier, ce que l'IRSN estime satisfaisant.

***In fine*, au vu des éléments présentés dans son dossier et des compléments apportés au cours de l'expertise, l'IRSN estime acceptable la démonstration d'EDF qui justifie que l'enchaînement de deux recharges successives sans assemblages de combustible MOX n'est pas de nature à mettre en cause les conclusions des études génériques du référentiel Parité MOX VD3.**

L'IRSN note toutefois que, si EDF a démontré le respect des critères de sûreté, il n'a pas présenté un bilan de marges quantifiées mis à jour, ce qu'il devrait faire notamment en cas de cumul de la situation traitée dans ce dossier avec tout autre changement de condition d'exploitation des réacteurs concernés, ou bien en cas d'anomalie d'étude.

Analyse du risque Interaction Pastille-Gaine (IPG)

EDF s'impose, pour tous les enchaînements de deux recharges successives sans assemblages de combustible MOX neufs, une limitation de FPPI à 8 jours calendaires. Cette durée de FPPI pourra être renouvelée de quatre jours dès que le réacteur aura fonctionné en base à puissance maximale disponible (PMD) ou réglage primaire de fréquence à 97,6% PMD, et de huit jours suite à au moins trois mois d'un tel fonctionnement. La durée de huit jours consécutifs de FPPI ne devra jamais être dépassée.

La durée de huit jours est fortement diminuée par rapport à celles prescrites dans les spécifications techniques d'exploitation (STE) de la gestion de combustible Parité MOX. **Même si ce nouvel enchaînement de recharges sans MOX neufs présente une variabilité supplémentaire par rapport à l'analyse menée dans le dossier « Variabilité Parité MOX VD3 » [2], l'IRSN considère que celle-ci n'est pas de nature à mettre en cause le respect des critères garantissant l'absence de risque de rupture de gaine par IPG compte tenu de la limitation à huit jours de fonctionnement en FPPI que s'impose EDF. L'IRSN estime donc acceptable la limitation de durée de FPPI prévue par EDF.**

Conclusion

Compte tenu de l'analyse de sûreté présentée par EDF et de la limitation de la durée de FPPI prévue, l'IRSN estime que l'enchaînement de deux recharges successives sans assemblages de combustible MOX neufs pour les réacteurs de 900 MWe du palier CPY exploités en gestion Parité MOX à l'état VD3 est acceptable.

Pour le Directeur général et par délégation
Olivier DUBOIS
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté