

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

**Avis  
relatif à la sûreté de l'entreposage et de la manutention du  
combustible du réacteur EPR de Flamanville 3**

Réunion tenue à Montrouge les 30 et 31 mars 2016

## I

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), notifiée par la lettre CODEP-DCN-2015-049482 du 16 décembre 2015, le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires s'est réuni les 30 et 31 mars 2016 pour examiner le dossier transmis par Electricité de France (EDF) concernant la sûreté de l'entreposage et de la manutention du combustible du réacteur EPR de Flamanville (EPR-FA3).

## II

Au cours de cette réunion, les participants ont pris connaissance de l'analyse réalisée par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la base du dossier transmis par EDF et des éléments complémentaires que l'IRSN a recueillis lors de l'instruction.

Le groupe permanent a notamment examiné :

- la conception et le dimensionnement des installations d'entreposage et de manutention du combustible,
- la conformité aux exigences de conception et de dimensionnement des installations telles que réalisées,
- la démonstration de sûreté nucléaire présentée par EDF dans le dossier de mise en service du réacteur EPR-FA3.

Dans le cadre de l'instruction technique, EDF a pris différents engagements complétant son dossier, qu'il devra confirmer à l'Autorité de sûreté nucléaire.

## III

Le groupe permanent souligne tout d'abord que la conception des installations d'entreposage et de manutention du combustible du réacteur EPR-FA3 présente des améliorations notables par rapport aux installations du parc en exploitation pour ce qui concerne la prévention et la maîtrise d'un accident de vidange de la piscine d'entreposage du combustible, que cet accident résulte d'une agression, d'une défaillance interne ou d'une erreur humaine.

Le groupe permanent rappelle que, le bâtiment du combustible ne constituant pas une enceinte de confinement analogue à celle qui contient le cœur du réacteur, la fusion de combustible dans ce bâtiment doit être « pratiquement éliminée », ce qui implique que les dispositions de conception et d'exploitation doivent permettre de considérer qu'une telle situation est extrêmement improbable avec un haut niveau de confiance.

Les types de situations pouvant affecter la sûreté du combustible en piscines sont :

- les pertes de refroidissement ;
- les pertes d'inventaire en eau ;
- les accidents de criticité ;
- les accidents ou erreurs de manutention.

Les études réalisées par EDF ont permis de déterminer les exigences de conception à affecter aux fonctions et aux équipements permettant de prévenir et de maîtriser les pertes de refroidissement du combustible retenues comme conditions de fonctionnement de référence (dites PCC) ; ces exigences apparaissent satisfaisantes.

Le groupe permanent note qu'EDF a par ailleurs considéré de manière déterministe, dans les conditions de fonctionnement dites RRC-A, la possibilité d'une perte prolongée de l'ensemble des trains de refroidissement de l'eau de la piscine d'entreposage du combustible (système PTR), conduisant à une ébullition de l'eau. Pour cette situation, la conception des systèmes et la conduite adoptée permettent d'évacuer transitoirement la puissance résiduelle du combustible entreposé. Le groupe permanent estime qu'EDF doit de plus démontrer la possibilité de redémarrer à terme un train du système PTR pour assurer un refroidissement durable.

Le groupe permanent constate que toutes les situations RRC-A initiées par un manque de tension généralisé (manque de tension externe et perte des diesels principaux) ou une perte de la chaîne de refroidissement par les trains principaux du système PTR, hormis dans l'état correspondant au cœur complètement déchargé du réacteur, sont susceptibles de conduire à l'ébullition de l'eau de la piscine compte tenu de la priorité donnée à l'évacuation de la puissance résiduelle du réacteur. Le groupe permanent rappelle que ce sujet a déjà fait l'objet d'une demande de l'ASN.

\*\*\*

Pour ce qui concerne les pertes d'inventaire en eau, le groupe permanent note que les dispositions de conception retenues par EDF permettent d'éviter le découverture du combustible ou l'ébullition de l'eau dans tous les cas de rupture d'une tuyauterie isolable raccordée à la piscine d'entreposage. La démonstration de sûreté montre également l'efficacité de ces dispositions dans les cas de brèche non isolable de section limitée sur les tuyauteries connectées aux boucles primaires lorsque la piscine du bâtiment du réacteur est en communication avec la piscine du bâtiment du combustible. Ces cas de brèche sont étudiés au titre des conditions de fonctionnement de référence.

EDF a exclu sur certains tronçons de tuyauteries non isolables l'occurrence d'une fuite ou d'une brèche, qui entraînerait une perte de refroidissement ; néanmoins, au titre de la défense en profondeur, EDF étudie les conséquences possibles d'une fuite conventionnelle des tronçons de tuyauteries concernés. L'exclusion de ces défaillances repose sur l'application d'un référentiel présenté comme suffisant pour les prévenir.

Le groupe permanent considère que les exigences du référentiel ne sont pas suffisantes pour exclure l'occurrence d'une fuite sur les tronçons de tuyauteries concernés. En conséquence, le groupe permanent estime que de telles fuites doivent faire l'objet d'études de sûreté, de même que pour les autres tronçons non isolables. Des dispositions permettant d'en limiter les conséquences devront être définies en tant que de besoin.

\*\*\*

Le groupe permanent constate que la démonstration de sûreté présentée par EDF dans le dossier de mise en service du réacteur EPR-FA3 ne couvre pas le cas d'une chute d'un colis de transport de combustible usé lors de son levage dans la tour de manutention attenante au bâtiment du combustible. Le groupe permanent note qu'EDF a prévu de vérifier le maintien dans un tel cas de l'étanchéité et de l'intégrité de l'emballage utilisé lors de la mise à jour du dossier de demande de mise en service précité.

\*\*\*

La radiolyse de l'eau de la piscine d'entreposage du combustible irradié entraîne la production d'hydrogène. EDF a évalué la concentration maximale de ce gaz susceptible d'être atteinte dans le hall du bâtiment du combustible en cas d'arrêt des systèmes de ventilation et a conclu à l'absence de risque d'inflammation ou d'explosion. Le groupe permanent estime qu'EDF devra justifier les hypothèses et les choix de modélisation retenus pour l'évaluation de la concentration en hydrogène de radiolyse dans ce hall.

\*\*\*

Pour ce qui concerne les agressions d'origine interne, le groupe permanent a plus particulièrement examiné les risques pouvant résulter d'une inondation interne ou d'une chute de charge. Les études associées au risque d'inondation interne apparaissent globalement satisfaisantes. En revanche, pour ce qui concerne les chutes de charge, le groupe permanent estime que les éléments présentés sont insuffisants pour exclure la chute des charges manutentionnées par le pont auxiliaire ; il souligne en particulier que la chute du batardeau servant à isoler deux compartiments adjacents de la piscine du bâtiment du combustible lors de sa manutention pourrait compromettre le refroidissement des assemblages de combustible irradié en cas de chute sur le râtelier d'entreposage et mener à leur fusion. Le groupe permanent estime qu'EDF doit justifier l' « élimination pratique » de ce scénario.

\*\*\*

EDF a quantifié la probabilité de découverture des assemblages de combustible entreposés ou manutentionnés dans la piscine du bâtiment du combustible à l'aide d'études couvrant notamment les événements initiateurs d'une perte de refroidissement et d'inventaire en eau. EDF a prévu de mettre à jour ces études à l'échéance du dossier de fin de démarrage (DFD).

Pour ce qui concerne les pertes d'inventaire en eau, le groupe permanent estime que les études réalisées couvrent de façon satisfaisante les différentes séquences accidentelles pouvant conduire à une perte importante de cet inventaire. Toutefois, ces études ne tiennent pas compte de certaines dépendances, de certains risques de défaillance de mode commun, ni des dernières évolutions de conception du réacteur EPR-FA3. Le groupe permanent estime que la probabilité de découverture de combustible à la suite d'une ou plusieurs erreurs humaines devra être évaluée avant la mise en service du réacteur.

\*\*\*

S'agissant des situations extrêmes pouvant affecter l'entreposage et la manutention du combustible dans la piscine du bâtiment du combustible du réacteur EPR-FA3, une des dispositions du noyau dur retenues à la suite de l'accident survenu à la centrale de Fukushima-Daiichi en 2011 consiste à permettre la réalisation d'un appoint d'eau dans cette piscine, de façon gravitaire, à partir d'un bassin de forte capacité (SEA) implanté dans la partie haute du site, ce qui est satisfaisant dans son principe. Le groupe permanent a noté que la mise en œuvre de cet appoint nécessiterait l'utilisation de tuyauteries flexibles de grandes longueurs et supposerait la réalisation d'actions humaines à l'extérieur des bâtiments, dans des conditions d'ambiance qui pourraient être très difficiles. Le groupe permanent estime que la mise en œuvre de ce dispositif doit faire l'objet d'un essai d'ensemble avant le démarrage du réacteur permettant d'en apprécier le caractère opératoire, y compris en situations extrêmes, et d'en déduire les éventuelles adaptations nécessaires. En outre, il souligne l'intérêt d'entraîner le personnel concerné, par des exercices réguliers, à cette mise en œuvre.

\*\*\*

Le groupe permanent constate que les résultats des calculs thermiques montrent qu'un certain nombre de matériels nécessaires à la gestion d'une condition de fonctionnement accidentel affectant la piscine du bâtiment du combustible pourront être exposés à des conditions d'ambiance non couvertes par leur qualification. EDF a indiqué à ce sujet que des études complémentaires, tenant compte de l'état final de l'installation, sont en cours pour vérifier que les matériels seront aptes à fonctionner dans les conditions accidentelles correspondantes.

#### IV

Sous réserve de la prise en compte des recommandations jointes au présent avis et de la mise en œuvre des engagements pris par EDF, le groupe permanent estime que les dispositions retenues pour ce qui concerne l'entreposage et la manutention des assemblages de combustible dans le bâtiment du combustible devraient permettre d'assurer un niveau de sûreté satisfaisant.

Le groupe permanent souligne toutefois que le caractère « pratiquement éliminé » du risque de fusion de combustible en piscine reste à conforter au regard des dispositions de limitation des conséquences des pertes d'inventaire en eau et des compléments apportés pour l'évaluation probabiliste du risque de fusion.

## **ANNEXE**

### **Recommandations**

#### Recommandation 1

Le groupe permanent recommande qu'EDF définisse et étudie des dispositions permettant de gérer une fuite en amont des deux premiers organes d'isolement d'une ligne d'aspiration d'un train de refroidissement PTR et de rétablir le refroidissement de la piscine.

#### Recommandation 2

Le groupe permanent recommande qu'EDF définisse et étudie un scénario de fuite en amont des deux premiers organes d'isolement d'une ligne de vidange des compartiments de transfert, des internes de la cuve et de la cuve de la piscine BR et détermine dans ce cadre des dispositions de limitation des conséquences.

#### Recommandation 3

Le groupe permanent recommande qu'EDF définisse et étudie un scénario de fuite en amont des deux premiers organes d'isolement d'une ligne de vidange des compartiments de transfert ou de chargement de la piscine BK et détermine dans ce cadre des dispositions de limitation des conséquences.

#### Recommandation 4

Le groupe permanent recommande qu'EDF définisse et transmette sous un an les dispositions de suivi en service du tube de transfert aptes à détecter toute dégradation ainsi que les dispositions de limitation des conséquences d'une fuite de ce tube, qu'il entend mettre en œuvre.

#### Recommandation 5

Compte tenu des incertitudes sur l'évaluation des conditions à l'aspiration (température, taux de vide) du train de refroidissement principal PTR n°2 en situation prolongée de perte de refroidissement, le groupe permanent recommande qu'EDF justifie la capacité de ce train à démarrer et fonctionner en situation d'ébullition de l'eau de la piscine du râtelier, ou propose, si besoin est, des dispositions complémentaires.

#### Recommandation 6

Le groupe permanent recommande qu'EDF justifie l'élimination pratique d'un scénario de fusion du combustible consécutive à une chute et un basculement du batardeau BK dans la piscine de désactivation au cours de sa manutention entre les compartiments de transfert et de chargement.

#### Recommandation 7

Le groupe permanent recommande qu'EDF complète, avant la mise en service du réacteur, l'évaluation probabiliste du risque de découverture du combustible par une meilleure prise en compte des erreurs humaines et de leurs dépendances éventuelles lorsque les piscines BR et BK sont en communication. Le cas échéant, EDF définira des dispositions appropriées permettant de justifier l'« élimination pratique » de la fusion de combustible dans la piscine.

### Recommandation 8

Le groupe permanent recommande qu'EDF, avant le démarrage, justifie par un essai d'ensemble la capacité de déployer dans des délais appropriés les moyens mobiles prévus pour l'appoint en eau d'ultime secours à la piscine de désactivation et aux bâches ASG, et examine l'intérêt d'y substituer des moyens fixes en partie ou en totalité. En outre, l'exploitant devra réaliser des exercices réguliers de mise en œuvre du dispositif.