

Fontenay-aux-Roses, le 20 décembre 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2019-00294

Objet	Réacteurs de 900 MWe - EDF - Avis sur la sûreté de l'entreposage et de la manutention du combustible des réacteurs français dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe.
Réf(s)	<ol style="list-style-type: none">1. Lettre ASN CODEP-DCN-2019-034025 du 16 décembre 2019.2. Lettre ASN CODEP-DCN-2013-013464 du 28 juin 2013.3. Lettre ASN CODEP-DCN-2018-004079 du 2 février 2018.4. Lettre ASN - Dép-DCN-0293-2007 du 27 août 2007.5. Avis IRSN/2018-00217 du 30 juillet 20186. Avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019.7. Décision ASN n° 2014-DC-0417 du 28 janvier 2014.8. Lettre ASN CODEP-DCN-2015-008144 du 20 mars 2015.9. Guide de l'ASN n° 21 du 21 octobre 2005.
Nbre de page(s)...	14

Dans le cadre du réexamen périodique associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe (RP4-900) exploités par EDF, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite par courrier en référence [1] l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la sûreté de l'entreposage et de la manutention du combustible des réacteurs. Le RP4-900 s'inscrit dans un contexte particulier puisqu'en 2009, EDF a fait part de sa volonté de prolonger la durée de fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans. Cette volonté concerne les réacteurs de 900 MWe de type CPY ainsi que les quatre réacteurs du Bugey, de type CPO. Dans le cadre des orientations du RP4-900, l'ASN a estimé [2] que, malgré les modifications intégrées sur les piscines d'entreposage de combustible depuis leur conception, leur niveau de sûreté restait en écart par rapport à celui qui serait exigé pour les nouvelles installations et notamment pour le réacteur EPR de Flamanville 3 (FA3). Ainsi, l'ASN a précisé à EDF que « *les études de réévaluations de la sûreté des piscines doivent être conduites au regard des objectifs de sûreté applicables aux nouveaux réacteurs et la possibilité d'étendre la durée du fonctionnement des réacteurs devra être examinée au regard de « l'élimination pratique » du risque de fusion du combustible dans le bâtiment combustible (BK) » [2].*

Dans le cadre de la présente expertise, l'ASN souhaite recueillir l'avis de l'IRSN sur :

- la prévention et la maîtrise des incidents et accidents affectant l'entreposage ou la manutention du combustible. En particulier, l'ASN sollicite l'avis de l'IRSN sur les conclusions d'EDF suite à l'exercice de transposition des situations incidentelles et accidentelles considérées dans le rapport de sûreté (RDS) de l'EPR FA3 aux réacteurs de 900 MWe ;
- certaines situations non prises en compte dans la démonstration de sûreté ;

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

- la protection des piscines contre les agressions internes pouvant conduire à une perte prolongée du refroidissement de la piscine ainsi que contre les chutes d'emballage de transport de combustible usé ;
- le caractère suffisant des principales dispositions qu'EDF prévoit de mettre en œuvre dans le cadre du réexamen pour rendre le dénoyage des assemblages de combustible en piscine hautement improbable et atteindre un état sûr en cas d'accident.

L'ASN souhaite également que les sujets à caractère générique soient traités de manière transverse pour tous les paliers de réacteurs.

Enfin l'ASN souhaite que l'IRSN prenne en compte, en les faisant apparaître explicitement, les questions soulevées au cours du dialogue technique organisé avec l'ANCCLI¹ ou lors de la concertation sur les RP4-900 qui montrent un besoin particulier d'information et d'explications. Les principaux thèmes d'intérêt mis en avant par les parties prenantes et certaines attentes exprimées par l'ANCCLI sont retranscrits en référence [3].

Sauf mention contraire, les conclusions de l'expertise exposées dans cet avis sont applicables à l'ensemble des réacteurs de 900 MWe des paliers CPY et CPO (centrale du Bugey)

1 PRÉSENTATION DES PISCINES ET DES PRINCIPALES ÉVOLUTIONS ENVISAGÉES PAR EDF EN RP4-900

Dans les réacteurs à eau pressurisée exploités par EDF, la manutention et l'entreposage du combustible irradié se font sous eau² dans des piscines prévues à cet effet dans le bâtiment réacteur (BR) et dans le bâtiment combustible (BK). Après déchargement du cœur lors d'un arrêt de réacteur, les assemblages de combustible irradiés sont placés dans des râteliers situés dans la piscine d'entreposage du BK. Pour assurer les différentes opérations de transfert de combustible, cette piscine possède deux compartiments adjacents : le compartiment de transfert et la fosse de chargement. La piscine BK communique avec la piscine BR via un tube de transfert horizontal en acier inoxydable. Les piscines du BR et du BK sont composées de parois en béton armé avec une peau métallique d'étanchéité (également appelée « liner ») en acier inoxydable dont le rôle est d'assurer l'étanchéité à l'eau des différents compartiments des piscines.

Hors périodes de chargement et de déchargement du réacteur, le tube de transfert est isolé par une tôle pleine côté BR et par une vanne d'isolement côté BK. Le transfert d'un assemblage de combustible entre les différents compartiments des piscines BR et BK se fait en le manutentionnant et en le déplaçant sous eau à l'aide d'un système dédié de manutention du combustible (PMC), composé notamment d'une machine de chargement (côté BR), d'un dispositif de transfert des combustibles entre le BR et le BK, et d'un pont passerelle (côté BK).

Le chargement des assemblages de combustible usés dans un emballage de transport en vue de leur évacuation du site est réalisé sous eau dans la fosse de chargement du BK au plancher 20 m. Une fois les assemblages insérés dans l'emballage, ce dernier est transféré vers la fosse de préparation sur les réacteurs du palier CPY (sur le « lorry » au Bugey) où sa cavité est vidangée et l'emballage est séché (au Bugey le séchage est réalisé dans un bâtiment dédié). Les emballages utilisés sont de type TN 112 et TN 12-2 sur les réacteurs de 900 MWe et TN 13-2 sur les réacteurs de 1300 MWe et de type N4 (1450 MWe).

Sur les réacteurs du parc en exploitation, le système PTR³ assure le refroidissement de la piscine BK. Il est constitué de deux trains de refroidissement, comportant chacun une pompe et un échangeur. Ces deux trains ne sont pas indépendants car ils comportent un tronçon commun à l'aspiration, en amont des pompes, et un tronçon commun au refoulement, en aval des échangeurs.

¹ Association nationale des comités et commissions locales d'information.

² L'eau joue le rôle de caloporteur, permettant d'évacuer la puissance résiduelle des assemblages, et de protection radiologique.

³ Système de traitement et de refroidissement de l'eau des piscines

Dans les situations accidentelles de perte prolongée de refroidissement de la piscine BK, EDF prévoit que la puissance résiduelle des assemblages de combustible sera évacuée par ébullition de l'eau de la piscine et rejet de la vapeur à l'atmosphère (ouverture d'un exutoire du BK qui impliquerait des rejets, limités mais directs, d'activité dans l'environnement). Le maintien du niveau d'eau au-dessus des assemblages entreposés en piscine serait alors assuré par des appoints d'eau. Toutefois, dans le cadre du RP4-900, EDF a prévu une disposition dite « PTR bis »⁴ dont l'objectif est de permettre, dans certaines situations accidentelles, la reprise du refroidissement de la piscine en boucle fermée et l'arrêt des rejets. Cette disposition est la réponse d'EDF aux demandes formulées par l'ASN concernant la prise en compte des risques de mode commun dus à des agressions internes (incendie, inondation) susceptibles d'affecter le système PTR. Elle sera robuste aux agressions externes extrêmes.

2 OBJECTIFS DE SÛRETÉ À ASSOCIER AUX ACCIDENTS POUVANT SURVENIR DANS LE BÂTIMENT COMBUSTIBLE

Objectif de sûreté retenu par EDF

Dans le cadre des orientations du RP4-900, EDF s'est fixé comme objectif « *de rendre le découvrement des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement extrêmement improbable* ». Cet objectif diffère sensiblement de celui « d'élimination pratique » de l'ensemble des situations à risque de fusion du combustible associé aux nouvelles installations. En effet, le découvrement des assemblages ne constitue pas le seul risque pouvant conduire à la fusion de combustible dans le BK. Sur ce point, EDF a indiqué qu'il établira la liste des situations à risque de fusion pour identifier les dispositions visant à rendre extrêmement improbables avec un haut degré de confiance celles qui ne permettraient pas la mise en œuvre de mesures de protection de la population. Pour l'IRSN, cet engagement est satisfaisant et EDF devra étudier toutes les situations conduisant à des rejets importants, qu'ils soient précoces ou non.

État sûr associé aux études d'incidents et d'accidents affectant les piscines

EDF considère, pour la gestion des situations accidentelles affectant la piscine BK, que l'ébullition de l'eau de la piscine est un état durablement acceptable, dès lors que la perte en eau (sous forme de vapeur) est compensée par un appoint. Or cette situation suppose de disposer de réserves en eau inépuisables, limite les possibilités d'accès et d'intervention dans le BK en cas de dégradation de la situation et conduit à des rejets durables d'activité dans l'environnement. Pour l'IRSN, la définition de « l'état sûr » doit inclure la reprise à terme du refroidissement en circuit fermé de la piscine et l'arrêt des rejets. Sur ce point, EDF a indiqué qu'il « *précisera les situations incidentelles ou accidentelles pour lesquelles une reprise du refroidissement par le « PTR bis » est possible* ». Pour les situations pour lesquelles la reprise du refroidissement en circuit fermé ne pourrait être obtenue par cette disposition, EDF ne précise pas ses intentions, ce qui conduit l'IRSN à émettre la Recommandation n° 1 en annexe.

⁴ Le « PTR bis » est un dispositif reposant pour partie sur des moyens mobiles acheminés par la force d'action rapide nucléaire (FARN) afin de retrouver un refroidissement de la piscine d'entreposage lorsque le système PTR est perdu (du fait d'une agression, d'une perte électrique ou d'une perte de la source froide notamment). Il est composé d'un conteneur comprenant un échangeur de chaleur refroidi directement par la source froide ultime (eau de la rivière, mer...) et est connecté aux tuyauteries d'aspiration et de refoulement du système PTR.

3 PRÉVENTION ET MAÎTRISE DES INCIDENTS ET ACCIDENTS AFFECTANT LES ASSEMBLAGES DE COMBUSTIBLE ENTREPOSÉS OU MANUTENTIONNÉS

Dans le cadre de son expertise, l'IRSN a principalement cherché à identifier l'ensemble des situations accidentelles pouvant affecter la sûreté de l'entreposage et de la manutention des assemblages en piscine ainsi que les dispositions pouvant être mises en œuvre pour améliorer le niveau de sûreté et se rapprocher des objectifs retenus à la conception de l'EPR FA3.

Prévention du risque de criticité

L'IRSN a examiné les compléments de démonstration apportés par EDF à la suite des précédentes expertises concernant le risque de criticité lors de la manutention des assemblages. L'IRSN considère que les éléments transmis sont globalement satisfaisants. Néanmoins, conformément à ses engagements, EDF doit encore justifier le caractère pénalisant de certaines hypothèses considérées dans ses études et les intégrer à son référentiel de sûreté. Enfin, EDF ne souhaite pas faire figurer le scénario de chute d'un assemblage en fond de piscine suivi du percement de la peau d'étanchéité dans son « référentiel criticité », considérant qu'un tel scénario est hautement improbable. Sur ce point, EDF ne répond pas de manière satisfaisante à la demande de l'ASN [4].

Comportement des piscines des réacteurs en exploitation dans les conditions de fonctionnement de référence de l'EPR FA3

L'ASN a demandé à EDF « d'évaluer le comportement des réacteurs du parc en exploitation pour les conditions de fonctionnement (PCC2 à PCC4) pertinentes, non prises en compte à leur conception, mais retenues pour la conception du réacteur EPR [de Flamanville], en appliquant les règles d'étude des accidents du domaine de dimensionnement du parc » [2]. Pour l'IRSN, cette demande est également applicable aux réacteurs des paliers N4 et 1300 MWe. L'IRSN précise, notamment en réponse à des questions posées au cours du dialogue technique organisé avec l'ANCCLI [3] au sujet du « caractère conservatif du dimensionnement des équipements et de la démonstration de sûreté », que les règles d'étude des conditions de fonctionnement de référence imposent notamment pour chaque situation incidentelle ou accidentelle :

- de postuler une défaillance supplémentaire, indépendante de l'événement initiateur ou de ses effets induits, et dont les conséquences sont les plus défavorables (on l'appelle l'« aggravant ») ;
- des critères d'acceptation définis par rapport aux phénomènes physiques redoutés et présentant des marges garantissant le respect des trois fonctions de sûreté (maîtrise de la réaction nucléaire en chaîne, du refroidissement et du confinement) ;
- d'assurer la démonstration en considérant uniquement des équipements présentant des exigences élevées de conception (vis-à-vis par exemple de la tenue au séisme et de la perte des alimentations électriques), de suivi en exploitation et de disponibilité.

En ce qui concerne les PCC affectant les piscines, EDF a mené de manière globalement satisfaisante l'exercice de transposition demandé par l'ASN pour les réacteurs de 900 MWe. Il a identifié des voies d'amélioration de la sûreté dont certaines ont déjà été mises en œuvre ou le seront dès le début du réexamen, ce qui constitue une avancée. Toutefois, compte tenu des considérations rappelées ci-dessus, l'IRSN estime qu'EDF doit encore :

- associer à ses études transposées de l'EPR FA3 au parc, des critères d'acceptation permettant de garantir avec un haut niveau de confiance, le non-découvrement des assemblages, avant la reprise du refroidissement en circuit fermé (cf. Recommandation n°2 en annexe) ;

- justifier l'absence de prise en compte de la défaillance passive⁵ sur certaines tuyauteries connectées à la piscine, le retour d'expérience montrant l'existence possible de fuites sur les tuyauteries PTR (cf. Recommandation n°3 en annexe) ;
- recenser les initiateurs susceptibles d'être provoqués par un séisme et les étudier en considérant un manque de tension externe, l'aggravant⁶ le plus pénalisant et les effets induits du séisme (cf. Recommandation 4 en annexe).

Accident de perte de refroidissement de la piscine BK

Dans le cadre de l'exercice de transposition des conditions de fonctionnement de référence de l'EPR FA3 aux réacteurs en fonctionnement, l'application des règles d'étude du domaine de dimensionnement conduit à des situations de perte totale du refroidissement de la piscine BK. Dans ce cas, EDF prévoit que l'évacuation de la puissance résiduelle soit assurée par ébullition et appoint en eau dans la piscine BK en valorisant des moyens d'appoint qui ne bénéficient pas d'exigences suffisantes. **Pour l'IRSN, la disponibilité de deux moyens d'appoint, bénéficiant chacun d'exigences de conception et d'exploitation adéquates est nécessaire. Ces aspects ont déjà fait l'objet de recommandations de l'IRSN [5].**

Accident de perte d'inventaire en eau de la piscine BK

Chaque ligne de tuyauterie du système PTR (aspiration, refoulement, purge et filtration) connectée à la piscine dispose ou disposera dans le cadre du RP4-900 de deux organes d'isolement en série. L'IRSN précise, notamment en réponse à des questions posées au cours du dialogue technique organisé avec l'ANCCLI au sujet des évolutions apportées aux réacteurs de 900 MWe [3], que les premiers organes d'isolement de chaque ligne ont déjà fait l'objet de modifications des installations ou des pratiques d'exploitation (automatisation de la fermeture des vannes des lignes d'aspiration et de filtration, renforcement des condamnations administratives des vannes des lignes de purge et amélioration du dispositif casse-siphon⁷ de la ligne de refoulement). Ces modifications visent à réduire le risque de vidange rapide de la piscine.

Néanmoins, l'application des règles d'étude du domaine de dimensionnement postule la défaillance de la fermeture de l'un de ces organes. Cette règle implique que toute brèche située en amont du deuxième organe d'isolement n'est pas considérée comme isolable dans les études d'accidents.

En cas de brèche sur la ligne d'aspiration du système PTR en aval de la première vanne d'isolement, en application des règles d'étude, la démonstration de l'absence de découverture d'un assemblage de combustible n'est pas apportée. Il en est de même en cas de brèche sur la ligne de filtration de la piscine BR dans les états d'arrêt pour rechargement lorsque le tube de transfert est ouvert. Sur ces deux points, EDF a confirmé qu'il transmettra, pour le palier CPY, une étude de faisabilité relative à la redondance de l'isolement automatique de ces lignes pour interrompre rapidement la vidange. Pour l'IRSN, cette étude devra couvrir les réacteurs de type CP0 du Bugey. **Par ailleurs, l'IRSN estime que, de manière générale, la gestion des conditions de fonctionnement de référence affectant la piscine devrait autant que possible être assurée par des équipements redondants, fiables et robustes aux agressions. Ceci s'applique notamment aux dispositifs d'isolement des brèches (cf. Recommandation 5 en annexe).**

Pour prévenir les situations de brèche sur les tronçons non-isolables du PTR (en amont du premier organe d'isolement) comme sur le tube de transfert, EDF a pris des engagements visant à renforcer le programme de contrôle en exploitation de ces composants. De plus, il

⁵ Pour les composants mécaniques passifs (tuyaux, échangeurs, clapets) une défaillance « passive » est retenue comme aggravant, correspondant à une fuite ou à un blocage s'opposant à l'écoulement du fluide.

⁶ L'aggravant est la défaillance la plus pénalisante, indépendante de l'initiateur, postulée sur un matériel valorisé pour gérer la situation.

⁷ Un casse-siphon est un dispositif passif qui a pour rôle, en cas de brèche sur la tuyauterie sur laquelle il est connecté, d'arrêter la vidange de la piscine. Ceci est obtenu par aspiration d'air à la suite du dénoyage du dispositif faisant suite à la baisse du niveau d'eau.

s'est engagé à déterminer, en considérant des hypothèses réalistes, le débit de fuite maximal pour lequel l'absence de découverture des assemblages de combustible reste assurée. Enfin, pour le cas de la brèche sur le tronçon non-isolable de la ligne d'aspiration du PTR, EDF examinera la possibilité de reprendre le refroidissement de la piscine BK via la ligne de purge du compartiment de transfert. **L'IRSN considère que ces engagements sont satisfaisants dans leur principe.**

Autres situations à considérer dans la démonstration de sûreté

L'IRSN a identifié d'autres situations accidentelles dont les conséquences doivent être évaluées en regard de l'objectif d'élimination pratique du risque de fusion de combustible dans le BK. Il s'agit de la vidange accidentelle des piscines par effacement d'une tige d'obturation d'un générateur de vapeur lors du démarrage intempestif d'une pompe primaire⁸, du blocage incidentel prolongé d'un assemblage de combustible irradié dans le tube de transfert et du blocage accidentel d'un assemblage irradié dans une cellule de ressuage⁹ privée de son refroidissement. **Pour les deux premières situations, EDF a pris des engagements que l'IRSN estime globalement satisfaisants.**

Concernant le blocage prolongé d'un assemblage de combustible en cellule de ressuage, il s'avère que cette situation n'est actuellement pas correctement étudiée et que sa maîtrise correcte n'est pas garantie. Il existe en effet un risque de fusion de l'assemblage en cellule dans les situations conduisant à la perte des systèmes supports de la cellule nécessaires au refroidissement de l'assemblage lorsque celui-ci présente une puissance résiduelle significative. L'IRSN a bien noté qu'EDF étudie actuellement une modification consistant à remplacer les cellules actuelles par des « cellules mobiles », modification qui permettrait de prévenir le risque précité. Toutefois, cette modification n'est pas possible sur les réacteurs du palier N4 (compte tenu de la conception de la piscine) et son déploiement sur les autres réacteurs est actuellement envisagé à l'horizon 2022. Sur le palier N4, EDF s'est engagé à réaliser des contrôles en exploitation sur le système permettant, dans la situation accidentelle considérée, de reprendre le refroidissement de l'assemblage dans la cellule. L'IRSN estime néanmoins incomplets ces contrôles (cf. **Recommandation n°6 en annexe**). Par ailleurs, pour les cellules actuelles, l'IRSN estime que les opérations de ressuage ne doivent être initiées que lorsque la puissance résiduelle de l'assemblage permet de bénéficier, dans la situation accidentelle considérée, d'un délai de grâce important pour permettre la reprise du refroidissement avant l'endommagement de l'assemblage (cf. **Recommandation n°7 en annexe**). Enfin, l'IRSN considère, au regard des différences de conception des cellules sur les différents paliers, que le déploiement des nouvelles cellules devra en priorité être réalisé sur les réacteurs du palier CPY. EDF s'y est engagé.

4 PROTECTION DES SYSTEMES DE REFROIDISSEMENT DE LA PISCINE BK CONTRE LES AGRESSIONS INTERNES

Les dommages occasionnés par une agression interne sur le refroidissement des assemblages entreposés en piscine ont fait l'objet, dans le cadre du RP4-900, d'un premier examen de l'IRSN en vue de la réunion du groupe permanent réacteurs de février 2019 [6]. Un complément d'expertise est réalisé ci-après pour certaines agressions (incendie, explosion, inondation interne et rupture de tuyauterie haute énergie (RTHE)). Par ailleurs, l'expertise menée dans le cadre du RP3-1300 a montré que des compléments de démonstration étaient encore nécessaires en ce qui concerne les possibilités d'appoint à la piscine en cas d'incendie.

⁸ En arrêt de tranche, la réalisation de contrôles des tubes des générateurs de vapeur nécessite la mise en place des tiges d'obturation des tubulures du circuit primaire.

⁹ Les assemblages de combustible déchargés et qui sont suspectés d'être inétanches sont insérés dans la cellule de ressuage de la piscine BK afin de caractériser avec précision leurs éventuels défauts d'étanchéité.

Risque d'incendie dans le BK

Risque de défaillance des deux voies PTR à la suite d'un incendie (CP0/CPY)

Les analyses réalisées par EDF ont montré qu'un incendie pouvait conduire à la perte des deux voies du système PTR par mode commun. En effet, sur ces réacteurs, les deux pompes PTR sont installées côte à côte dans un local appartenant à un volume de feu de sûreté (VFS) où cheminent les câbles d'alimentation des pompes (et de contrôle pour les réacteurs du Bugey de type CP0). Pour prévenir ce risque, EDF a prévu la mise en place d'un écran thermique, dimensionné au séisme majoré de sécurité (SMS), entre les deux pompes PTR. De plus, compte tenu de la configuration particulière des locaux sur le palier CP0, EDF a prévu d'enrubanner les câbles d'alimentation et de contrôle de la voie B du PTR. L'IRSN estime que les modifications prévues sont satisfaisantes. Néanmoins, les délais de déploiement de l'écran thermique mériteraient d'être, autant que possible, raccourcis. De plus, EDF s'est engagé à affiner ses études des conséquences d'un incendie sur les chemins de câbles transitant dans les autres VFS et à identifier les situations pour lesquelles la reprise du refroidissement de la piscine par le PTR est possible. Toutefois, EDF ne précise pas ses intentions pour les autres situations (cf. Recommandation n°8 en annexe).

Accès au poste de vannage pour assurer l'appoint à la piscine (réacteurs 1300 MWe de type P4)

L'IRSN a identifié sur les réacteurs de 1300 MWe de type P4 une situation pouvant conduire à la perte simultanée des deux pompes PTR et à une difficulté d'accès au poste de vannage pour assurer l'appoint à la piscine, du fait de la présence de fumées. Sur ce point, EDF a fait part de l'existence de plusieurs chemins menant au poste de vannage et a indiqué que les équipes d'intervention seraient protégées et formées à cette situation. Pour l'IRSN, ces chemins devront figurer dans la démonstration de la maîtrise du risque d'incendie et répondre aux exigences des cheminements protégés de la Décision incendie [7].

Explosion dans le BK ou le bâtiment périphérique (CPY)

Le bâtiment BK des réacteurs de 900 MWe ne contient pas de circuit véhiculant de gaz inflammable. Ainsi ce bâtiment est intrinsèquement protégé, selon EDF, de l'explosion interne. En ce qui concerne le risque de perte du refroidissement de la piscine BK en cas d'explosion dans les bâtiments voisins du BK, EDF a transmis récemment des éléments démontrant, selon lui, que ce risque est exclu, excepté en cas d'explosion dans les locaux batteries du bâtiment périphérique. Pour prévenir cette situation, une modification est actuellement étudiée par EDF, ce qui est satisfaisant à ce stade.

Inondations internes et RTHE dans le BK et le BAN (CPY)

Dans le cadre des études génériques associées au RP4-900, EDF conclut que plusieurs scénarios d'inondation interne ou de RTHE dans le BK et le bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN) du palier CPY conduisent à la perte des deux voies du système PTR. L'IRSN rappelle qu'EDF retient, de manière conventionnelle dans les études d'agressions, une section limitée valant $(e.D/4)^{10}$ pour les fuites induites par une défaillance de tuyauterie.

Dans ces études, EDF distingue deux cas : les scénarios pour lesquels la reprise du refroidissement est possible (par récupération des matériels perdus ou par le PTR bis) et, en accord avec sa définition de l'état sûr, ceux pour lesquels l'évacuation de la puissance résiduelle est assurée par ébullition de la piscine compensée par des appoints en eau. Dans le cadre de son expertise, l'IRSN a dans un premier temps vérifié que les agressions précitées ne pouvaient pas conduire simultanément à la perte du système PTR et des systèmes d'appoint à la piscine. Dans un second temps, l'IRSN a examiné, en fonction de la localisation de la fuite, la possibilité de l'isoler et de reprendre le refroidissement de la piscine, en considérant les effets de l'inondation.

¹⁰ Dans la formule $e.D/4$, e correspond à l'épaisseur de la tuyauterie et D à son diamètre.

Inondation interne dans le BK (fuite conventionnelle)

Dans certains scénarios de fuite non isolable sur une ligne de vidange de la piscine (compartiment de chargement ou de transfert) en état d'arrêt pour rechargement, EDF valorise la fermeture d'une porte de séparation entre le compartiment d'entreposage et le comportement adjacent qui bénéficie d'un statut d'EDA (équipement de disposition agression)¹¹. L'IRSN estime acceptable cette valorisation, bien qu'EDF ne postule pas d'aggravant sur la porte.

Par ailleurs, pour trois scénarios d'inondation interne dans le BK, induite par la défaillance d'une tuyauterie d'appoint à la piscine BK et pouvant conduire à la perte du refroidissement par le système PTR, EDF a apporté des compléments de démonstration et pris des engagements que l'IRSN estime satisfaisants.

En revanche, EDF n'a pas justifié la capacité des intervenants à isoler une fuite qui se produirait entre les deux vannes d'isolement de la ligne d'aspiration PTR, en considérant l'inondation induite par cette fuite. Pour le cas particulier d'une fuite située juste en aval de la première vanne d'isolement, EDF a indiqué que l'aspersion induite par la fuite pourrait empêcher la manœuvre en local de la vanne. La gestion de cette situation par appoint d'eau dans la piscine pourrait par ailleurs compromettre l'isolement automatique de cette vanne suite à l'atteinte du niveau bas d'eau dans la piscine. Ainsi, l'inondation des locaux du BK perdurerait, ce qui ne serait pas acceptable (cf. **Recommandation n° 9 en annexe**).

Inondation interne et RTHE dans le BAN (fuite conventionnelle)

Dans le BAN, certaines défaillances de tuyauteries du circuit de refroidissement intermédiaire conduiraient, selon EDF, à la perte du refroidissement de la piscine. L'examen de ces études est en cours. Néanmoins, l'IRSN note d'ores et déjà qu'en cas d'inondation interne ou de RTHE dans le BAN, le refroidissement de la piscine en boucle fermée via le PTR bis pourrait être assuré.

Inondations non couvertes par les études conventionnelles

L'IRSN a examiné les conséquences des inondations induites par un scénario accidentel de vidange des piscines BR et BK pour des brèches de section supérieure à la brèche conventionnelle des études d'agressions. Pour les brèches isolables situées en aval du premier organe d'isolement, EDF a indiqué que les moyens d'appoint valorisés ne seraient pas remis en cause par l'inondation. De plus, il a rappelé que le doublement de l'isolement automatique de ces lignes, s'il est faisable, permettrait d'isoler rapidement la fuite. EDF n'a cependant pas vérifié que les moyens permettant d'arrêter la vidange de la piscine restent disponibles après l'inondation (par exemple en cas d'immersion de la première vanne d'isolement). Pour l'IRSN, cette vérification est nécessaire pour l'ensemble des scénarios de vidange des piscines BR (en état APR) et BK résultant de brèches sur des tronçons isolables, en tenant compte d'un aggravant (cf. **Recommandation n° 10 en annexe**). Concernant les brèches non isolables, EDF tiendra compte des effets de l'inondation induite dans le complément d'étude qu'il s'est engagé à réaliser au titre de la transposition des conditions de fonctionnement de référence de l'EPR FA3, ce qui est satisfaisant.

5 RISQUES ASSOCIES A LA CHUTE D'UN EMBALLAGE DE TRANSPORT DU COMBUSTIBLE USE (PALIER 900 MWE)

Considérant que les ponts de manutention ont une fiabilité élevée, EDF n'a pas étudié à la conception des réacteurs les conséquences de la chute d'un emballage de combustible, bien que des dispositions constructives du type « amortisseurs » aient été mises en place à l'aplomb de certaines zones de manutention (fosse de chargement, fosse de préparation et trémie de manutention) sur les réacteurs CPY et sur les réacteurs de Fessenheim (CP0). Au Bugey (CP0) un dispositif absorbeur d'énergie (DAE) est mis en place dans la trémie de

¹¹ Il s'agit d'équipements nécessaires à la maîtrise des risques liés aux agressions internes et externes.

manutention lorsque la hauteur de l'emballage dépasse 5,5 mètres. EDF prévoit également, à l'occasion du RP4-900, l'intégration d'un amortisseur hydraulique dans la fosse de chargement sur les réacteurs de ce site.

Les conséquences potentielles de la chute d'un emballage sont multiples (ébranlement des structures de génie civil avec perte d'intégrité de la piscine BK, rejets radioactifs en cas de perte d'intégrité des crayons et de confinement de l'emballage). En outre, les phénomènes physiques pouvant se produire dans l'emballage après sa chute (risque de criticité, échauffement dans l'emballage, production d'hydrogène par radiolyse de l'eau et par oxydation des gaines) n'ont pas jusqu'à présent pas fait l'objet d'un examen approfondi de la part d'EDF. Ces aspects sont examinés ci-après pour les réacteurs de 900 MWe.

Résistance des structures de la piscine BK et intégrité des peaux d'étanchéité

En cas de chute d'emballage dans la fosse de chargement, l'IRSN estime que l'étanchéité de la peau métallique de la piscine d'entreposage serait assurée sur le palier CPY, y compris au niveau de la porte de séparation, sous réserve de l'absence d'eau dans la fosse de chargement. Or les procédures d'exploitation montrent la présence possible d'eau dans cette fosse, susceptible de conduire à des surpressions au niveau du soubassement de la porte (cf. **Recommandation n° 11 en annexe**). Pour le palier CP0, l'IRSN estime que l'étanchéité de la peau métallique de la piscine devrait être garantie sous réserve des dernières vérifications à réaliser sur les éléments porteurs et les voiles périphériques de la piscine d'entreposage. De plus, EDF n'a pas démontré à ce jour l'étanchéité du liner de la fosse en cas de chute de l'emballage, mais a pris un engagement sur ce point.

En cas de chute de l'emballage de transport pour le palier CPY, l'IRSN convient que l'étude de la chute dans la fosse de chargement couvre celle de la chute dans la trémie de manutention du BK. Pour Bugey, l'IRSN estime satisfaisants les engagements pris par EDF pour étudier les conséquences de la chute de l'emballage en présence et en l'absence du DAE.

Phénomènes pouvant se produire dans l'emballage chuté

Risque de criticité dans l'emballage chuté spécifique au palier CP0 de Bugey

L'IRSN a estimé qu'EDF devait mettre en place des dispositions pour ne pas avoir à manutentionner l'emballage non séché sur le site du Bugey, configuration qui augmente le risque de criticité. **Sur ce point, EDF s'est engagé à « mettre en œuvre le séchage de la cavité de l'emballage avant sa manutention au portique PMU [et à] mettre à jour les RDS des 4 tranches de Bugey en conséquence », ce qui est satisfaisant.**

Risque de dispersion de radionucléides suite à la chute de l'emballage

Les opérations d'entrée et de sortie du moyen de transport des emballages peuvent présenter, lorsqu'elles nécessitent l'ouverture du BK et l'arrêt de la ventilation (sur certains réacteurs du palier CPY) des risques de rejets radioactifs en cas de chute de l'emballage dans la trémie de manutention. Pour limiter les conséquences d'une telle chute, EDF prévoit des évolutions de la règle particulière de conduite lors des évacuations de combustible usé, ce qui est satisfaisant.

En cas de chute de l'emballage dans la trémie de manutention, trémie ouverte et porte d'accès au BK fermée (paliers CP0 et CPY), EDF conclut que les conséquences radiologiques sont très inférieures à la limite définie à court terme et à la valeur repère à long terme pour la dose efficace des accidents de catégorie 4. Sur ce point, l'IRSN estime que la demande de l'ASN [8] visant à s'assurer du maintien du confinement dynamique du BK avec la trappe de manutention ouverte pour les réacteurs de 1300 MWe de type P4 est applicable aux réacteurs des paliers CP0 et CPY.

Production d'hydrogène par radiolyse de l'eau présente dans l'emballage

Lorsque la cavité de l'emballage chuté est remplie d'eau, le rayonnement gamma issu des crayons engendre la production d'hydrogène (phénomène de radiolyse). En cas de rupture des crayons suite à la chute, ce phénomène peut être accéléré. Ainsi, en fonction des possibilités d'évacuation des gaz via l'évent de l'emballage, il existe, selon l'IRSN, un risque de

formation d'atmosphère explosive dans l'emballage. EDF s'est engagé à examiner ce risque, ce qui est satisfaisant à ce stade.

Étude de l'échauffement à l'intérieur de l'emballage chuté

EDF a présenté un calcul d'échauffement des gaines des crayons des assemblages de combustible, retenant certaines hypothèses pénalisantes mais ne tenant pas compte de l'échauffement supplémentaire pouvant être associé à l'oxydation des gaines. L'étude de sensibilité transmise par EDF par la suite a montré que l'échauffement de l'atmosphère de l'emballage et le débit de vapeur produit ne sont pas de nature à engendrer une surpression excessive dans l'emballage, lorsque l'événement est ouvert.

Autres risques induits par l'oxydation des assemblages dans l'emballage

Si des assemblages étaient soumis à des températures élevées en présence d'air ou de vapeur d'eau, les gaines subiraient une oxydation qui pourrait conduire à dégrader leur tenue mécanique et conduirait à relâcher de l'hydrogène dans l'emballage, susceptible d'exploser en cas d'entrée d'air. En supposant le maintien de l'étanchéité de l'emballage après sa chute, le risque d'aggravation de la situation à court et moyen terme lié à l'oxydation apparaît limité. Toutefois, le renoyage de l'emballage entrepris pour gérer la situation pourrait l'aggraver car il peut induire une entrée d'air. EDF s'est engagé à analyser le risque d'explosion d'hydrogène à l'intérieur de l'emballage chuté avec une cavité initialement remplie d'eau, ce qui est satisfaisant à ce stade.

6 AUTRES ÉVOLUTIONS PARTICIPANT À LA RÉDUCTION DU RISQUE DE DÉCOUVREMENT DES ASSEMBLAGES

Modifications matérielles mises en œuvre par EDF (CP0/CPY)

Système de refroidissement mobile « PTR bis »

Tout d'abord, l'IRSN estime que la disposition « PTR bis », constitue une amélioration notable de la sûreté de l'entreposage des assemblages de combustible en piscine. En effet, elle permettrait la reprise du refroidissement en circuit fermé de la piscine BK suite à son ébullition, dans de nombreuses situations accidentelles de perte de refroidissement ou de vidange de la piscine, résultant ou non d'agressions. Ainsi, pour l'IRSN, le « PTR bis » est nécessaire à la démonstration de sûreté. De ce fait, EDF devrait préciser les exigences associées à l'ensemble des équipements du « PTR bis » et justifier leur respect en amont de la seconde phase du réexamen¹².

De plus, l'IRSN souligne l'importance de la deuxième vanne d'isolement ajoutée sur la ligne d'aspiration du PTR dans le cadre de la mise en œuvre de la modification « PTR bis », dont la fermeture en cas d'accident de vidange initiée par une rupture de la ligne en aval de cette vanne pourrait permettre, si elle était automatisée, d'éviter un découvrement des assemblages de combustible. EDF s'est engagé à étudier la faisabilité d'un tel automatisme, ce qui est satisfaisant.

Concernant la conception du « PTR bis », EDF s'est engagé à justifier le dimensionnement de l'échangeur en tenant compte des pertes de charges maximales possibles dans le circuit. Par ailleurs, EDF doit également démontrer l'absence de risque de perte de la pompe « PTR bis » par phénomène de cavitation ou d'aspiration d'air ou de vapeur, lors de son démarrage lorsque la piscine est en ébullition. À cet égard, l'IRSN souligne que des

¹² EDF a structuré en deux phases le déploiement des modifications associées aux VD4 900. Les modifications « phase A » sont réalisées avant ou durant l'arrêt décennal VD4. Les modifications « phase B » sont réalisées au plus tard à l'occasion de la 2^{ème} visite partielle qui suit. Les études en support à la déclaration des modifications « phase B » seront transmises par EDF au plus tard en 2023.

dispositions d'exploitation permettraient d'éviter de tels risques, dispositions qu'EDF s'est engagé à étudier.

Modifications mises en place sur la ligne de refoulement du PTR

Dans le cadre des études post-ECS¹³, EDF a procédé au redimensionnement des dispositifs casse-siphon des piscines BK du parc en exploitation pour faire face à une éventuelle rupture guillotine sur les lignes de refoulement du système PTR. L'efficacité et la qualification de ce dispositif a fait l'objet de nombreuses interrogations de l'IRSN, notamment en ce qui concerne la validation du logiciel de calcul ayant permis de le qualifier. **Dans le cadre de la présente expertise, EDF a transmis des résultats d'essais réalisés en Corée ainsi que des études de sensibilité permettant de justifier que le logiciel utilisé permet de prédire l'efficacité du casse-siphon quelle que soit sa conception (« orifice » ou « ligne »).** Cependant, des altérations pouvant intervenir sur les installations au cours du temps pourraient remettre en cause la disponibilité du casse-siphon (bouchage temporaire des orifices par exemple). **À cet égard, l'IRSN estime satisfaisante la redondance au dispositif casse-siphon qui sera assurée par le clapet anti-retour installé sur la ligne de refoulement du circuit PTR dans le cadre de la modification PTR bis.**

Programme de suivi en exploitation des piscines (BR et BK) et des composants participant à leur intégrité

Pour l'IRSN, et conformément au rapport de sûreté des réacteurs concernés, le cuvelage des piscines participe à la fonction de sûreté confinement. Or le retour d'expérience montre qu'une fuite dans un cuvelage des piscines peut entraîner le développement d'autres défauts au niveau des peaux d'étanchéité et du génie civil, et affecter la disponibilité d'équipements importants pour la sûreté. En conséquence, l'IRSN considère que tout défaut traversant affectant le cuvelage des piscines BK doit être traité comme un écart de conformité (à l'exception des fuites collectées par le réseau de drainage). La réparation de tels défauts doit être effectuée au cours du cycle de fonctionnement suivant leur détection. Pour les piscines BR, l'IRSN estime qu'un défaut d'étanchéité doit être caractérisé dans les meilleurs délais et traité au plus tard lors de la prochaine visite décennale du réacteur.

Sur ces aspects, EDF s'est engagé à présenter, chaque année, un état des lieux des fuites affectant les piscines BK du parc en exploitation et à réaliser, en cas de détection d'une éventuelle fuite sur un parement de la piscine donnant vers l'extérieur, une analyse de l'impact sur l'environnement en vue de déclarer, le cas échéant, un événement selon le guide n°21 de l'ASN du 21 octobre 2005 [9].

Par ailleurs, dans le cadre de l'affaire parc AP18-02, EDF s'est engagé à présenter à l'horizon 2021 le résultat de ses investigations sur les méthodes de contrôle et de détection de fuites en vue d'établir une stratégie de maintenance des liners des piscines BK et BR, qui figurera dans la mise à jour du guide de détection et réparation des défauts d'étanchéité des piscines,

En ce qui concerne les infiltrations d'eau boriquée dans le béton des piscines BK et BR et leurs conséquences (effet potentiel sur les pathologies du béton, corrosion des armatures, altération des propriétés du béton cellulaire, dissolution de l'enduit de remplissage), EDF a pris plusieurs engagements qui comportent la réalisation d'un état des lieux des voiles de piscine et des pathologies du béton, d'une cartographie des parements des fosses de chargement et d'une inspection télévisuelle des appuis des vérins parasismiques.

Par ailleurs, il s'est également engagé à compléter la surveillance et la maintenance du réseau de drainage de la piscine BK, qui contribue à limiter les conséquences de l'infiltration d'eau borée dans le génie civil (cartographie des drains, efficacité des drains, fréquence des inspections, remise en état des drains équipés d'injecteurs).

Enfin, l'étanchéité des piscines est également portée par le dispositif de transfert du combustible entre les piscines BK et BR. Pour garantir l'intégrité des différents composants de ce dispositif, EDF a pris plusieurs engagements (harmonisation des contrôles entre les

¹³ Evaluation complémentaires de sûreté (ensemble d'études complémentaires menées suite à l'accident de Fukushima au Japon).

différents paliers du parc en exploitation, remplacement périodique des manchettes souples, vérification de la résistance du manchon), que l'IRSN estime satisfaisants. EDF s'est également engagé à étudier la faisabilité d'une inspection télévisuelle interne pour vérifier l'état des compensateurs à ondes en inox à l'occasion des déposes des manchettes souples, et à présenter les résultats de ces contrôles.

L'IRSN considère que l'ensemble des engagements pris par EDF sur le suivi en exploitation des piscines et des composants participant à leur étanchéité constitue une avancée notable pour la sûreté et qu'ils vont dans le sens de répondre aux préoccupations exprimées par l'ANCCLI au sujet de la prise en compte du vieillissement des installations.

7 CONCLUSION

Tout d'abord, l'IRSN souligne que les modifications qu'EDF a prévues ou s'est engagé à mettre en œuvre dans le cadre du réexamen périodique associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe, permettront d'améliorer notablement la sûreté de l'entreposage et de la manutention des assemblages de combustible. Néanmoins, EDF prévoit dans la majorité des situations accidentelles postulées que la puissance résiduelle soit évacuée par l'ébullition de l'eau de la piscine compensée par des appoints. À ce sujet, l'IRSN rappelle que les exigences associées aux moyens d'appoints à la piscine doivent être renforcées. De plus, l'IRSN considère qu'une gestion par ébullition et appoint n'est acceptable que de manière transitoire, l'état sûr à atteindre devant être la reprise du refroidissement en circuit fermé. À cet égard, l'IRSN souligne l'apport de la disposition « PTR bis » qui permettra d'atteindre cet état sûr dans la plupart des situations accidentelles.

De plus, l'IRSN a identifié que des situations accidentelles, autres que la perte du refroidissement et la vidange des piscines, peuvent conduire à la fusion d'un assemblage de combustible dans le BK. Pour ces situations, EDF doit encore compléter ses études et démontrer la suffisance des dispositions de prévention retenues. L'IRSN estime que ces situations doivent figurer dans le référentiel de sûreté. En ce qui concerne le risque induit par un blocage d'un assemblage combustible en cellule de ressuage en situation de perte du refroidissement de cette dernière, les modifications envisagées par EDF devront être mises en œuvre et complétées par des dispositions d'exploitation.

Par ailleurs, des compléments de démonstration de la part d'EDF sont encore attendus pour justifier que la chute d'un emballage de transport de combustible usé dans la fosse de chargement n'induit pas un risque de vidange de la piscine BK. Des compléments sont également attendus pour la justification de la robustesse des piscines aux agressions internes.

Enfin, EDF prévoit de compléter notablement les dispositions de surveillance en exploitation de l'étanchéité des piscines BR et BK qu'il met en œuvre. Pour l'IRSN ces contrôles complémentaires et en particulier ceux menés sur le tube de transfert et envisagés pour les tronçons non isolables constituent une avancée pour la sûreté nécessaire à la prolongation de la durée de fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans.

En conclusion, l'IRSN estime que les évolutions mises en œuvre et envisagées par EDF participent à la réduction du risque de découverture des assemblages de combustibles en piscine. Néanmoins, de nombreuses études sont encore attendues de la part d'EDF pour conclure favorablement quant au rapprochement du niveau de sûreté du BK des réacteurs de 900 MWe de celui attendu pour une nouvelle installation telle que le réacteur EPR FA3.

Pour le Directeur général et par délégation

Olivier DUBOIS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe à l'avis IRSN n° 2019-00294 du 20 décembre 2019

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

Pour les situations accidentelles pour lesquelles les dispositions actuelles et prévues, dont la modification « PTR bis », ne permettent pas la reprise du refroidissement en boucle fermée des assemblages de combustible en piscine BK, l'IRSN recommande qu'EDF étudie et mette en œuvre d'autres dispositions pour atteindre cet objectif.

Dans le cas où aucune disposition ne serait faisable, des moyens devront être mis en œuvre pour rendre la situation accidentelle extrêmement improbable avec un haut degré de confiance.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que des critères techniques d'acceptation soient associés aux études des PCC de l'EPR concernant la piscine combustible transposés aux réacteurs du parc pour garantir de façon opérationnelle l'arrêt de la baisse de niveau de la piscine (causée par la brèche ou par l'ébullition) à une hauteur d'eau présentant une marge par rapport au haut des assemblages qui assure :

- un délai de grâce suffisant pour éviter tout découverture d'assemblages par baisse de niveau d'eau de la piscine suite à son ébullition avant la reprise du refroidissement en boucle fermée ;
- le maintien de conditions d'ambiance acceptables pour le personnel pouvant être présent au niveau du plancher de la piscine BK et les opérateurs devant gérer la situation accidentelle.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF justifie l'absence de prise en compte de la défaillance passive parmi les aggravants des PCC EPR transposés aux réacteurs du parc en fonctionnement en présentant :

- une analyse des conséquences de la défaillance passive enveloppe (sur le système PTR ou les moyens d'appoint) réalisée avec des hypothèses réalistes ;
- des dispositions de détection des fuites appropriées.

Recommandation n° 4

Au titre de l'élimination pratique du risque de fusion du combustible dans le BK, l'IRSN recommande qu'EDF identifie l'ensemble des conditions de fonctionnement accidentelles affectant les piscines BK pouvant être induites par la défaillance, en cas de séisme, d'un équipement non classé sismique et les étudie en considérant le manque de tension externe, l'aggravant le plus pénalisant et les effets potentiellement induits par le séisme (inondation, accessibilité, etc...).

Recommandation n° 5

L'IRSN recommande que les équipements participant aux isolements redondants des tronçons isolables de la ligne d'aspiration du circuit de refroidissement de la piscine du bâtiment combustible et de la ligne de filtration de la piscine du bâtiment réacteur soient autant que possible secourus électriquement, retestés automatiquement et robustes en cas de séisme. Ils devront être classés de sûreté et bénéficier d'un suivi en exploitation adapté au titre des chapitres III et IX des règles générales d'exploitation.

Recommandation n° 6

Au titre de l'élimination pratique du risque de fusion d'un assemblage dans une cellule de ressuage des piscines BK des réacteurs du palier N4, l'IRSN recommande que l'opérabilité de la commande manuelle de l'électrovanne de manœuvre du vérin du couvercle soit démontrée par un essai avec les circuits du système de distribution d'air de régulation (SAR) et du système d'eau déminéralisée (SED) isolés, *a minima* sur un réacteur.

Recommandation n° 7

Au titre de l'élimination pratique du risque de fusion d'un assemblage dans une cellule de ressuage des piscines BK sur l'ensemble des réacteurs du parc en fonctionnement, l'IRSN recommande qu'EDF limite les opérations de ressuage aux assemblages de combustible dont la puissance résiduelle initiale est suffisamment faible pour qu'ils ne soient pas dégradés en cas de maintien sans limite de temps dans la cellule fermée et privée de son refroidissement, pour une température d'eau de la piscine de 50°C.

Recommandation n° 8

L'IRSN recommande qu'EDF mette en place des dispositions de protection sur les câbles d'alimentation électrique des pompes PTR voie A et voie B, lorsqu'ils transitent dans un même volume de feu de sûreté.

Recommandation n° 9

Dans l'objectif d'éviter une inondation durable en cas de brèche conventionnelle située au niveau du tronçon de tuyauterie PTR 005 TY dans le local K522 (K562) en aval de la vanne PTR 001 VB, l'IRSN recommande qu'EDF étudie et mette en œuvre des dispositions matérielles ou de conduite qui permettraient d'isoler une telle fuite.

Recommandation n° 10

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie, pour les PCC transposés de l'EPR de vidange isolable de la piscine BK et de la piscine BR en état APR, que l'inondation induite par la vidange n'affecte pas les moyens de gestions de ces PCC. En particulier, pour le local K522 (K562), EDF proposera des dispositions visant à limiter la hauteur d'eau afin d'éviter l'immersion de la vanne PTR 001 VB avant sa sollicitation.

Recommandation n° 11

Afin de garantir l'étanchéité de la peau métallique de la piscine d'entreposage des réacteurs CPY en cas de chute d'un emballage de transport de combustible usé dans la fosse de chargement, l'IRSN recommande qu'EDF :

- soit interdise la manutention de l'emballage en présence d'eau dans la fosse ;
- soit démontre la résistance des voiles entre la fosse et la piscine, notamment au niveau de la porte de séparation, en tenant compte de l'influence des surpressions associées à la présence d'eau dans la fosse.