

Fontenay-aux-Roses, le 31 mai 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00118

Objet : Réacteur EPR de Flamanville - Examen des dispositifs de filtration de l'eau borée lors du fonctionnement des systèmes d'injection de sécurité et d'évacuation ultime de la chaleur de l'enceinte

Réf. : [1] Lettre ASN – CODEP-DCN-2021-061055 du 23 décembre 2021
[2] Avis IRSN/2018-00167 du 20 juin 2018

1. CONTEXTE ET HISTORIQUE

Sur le réacteur EPR de Flamanville (EPR FA3), dans les situations accidentelles de brèche sur le circuit primaire (APRP), le fonctionnement du système d'injection de sécurité et de refroidissement du réacteur à l'arrêt en mode IS (RIS) est requis sur une longue durée pour évacuer la puissance résiduelle du cœur. En cas d'accident conduisant à la fusion des assemblages de combustible (AC), le système d'évacuation ultime de la chaleur de l'enceinte (EVU) est alors mis en service. Ce dernier assure l'évacuation de la chaleur résiduelle hors de l'enceinte de confinement ainsi que le refroidissement du corium dans sa zone d'étalement, ce qui permet de garantir l'intégrité de l'enceinte et ainsi d'éviter des rejets fortement radioactifs dans l'environnement lors d'un accident grave (AG). Lorsqu'ils sont mis en service, les systèmes RIS et EVU fonctionnent en mode dit de recirculation où ils aspirent de l'eau borée contenue dans le réservoir IRWST situé au fond du bâtiment du réacteur (BR).

Or, lors de ces deux situations accidentelles, des débris sont générés et peuvent se retrouver dans l'eau de l'IRWST. Ces débris sont la conséquence du jet d'eau sortant de la brèche et des effets des conditions d'ambiance dans le BR sur les calorifuges, les peintures, etc. La nature et la quantité de débris ainsi formés constituent le « terme source débris amont » (TSD amont). Lors du fonctionnement en recirculation, ces débris peuvent être aspirés par les pompes des systèmes RIS et EVU, venir entraver le fonctionnement des équipements de ces systèmes, et nuire au refroidissement du cœur ou du corium. Des dispositifs de filtration sont donc nécessaires afin de garantir une qualité d'eau en aval suffisante pour le bon fonctionnement des systèmes. La fraction des débris traversant les filtres est appelée « terme source débris aval » (TSD aval).

Le choix de la surface et de la maille du dispositif de filtration est complexe car :

- la perte de charge induite par les débris sur les filtres ne doit pas mettre en cause le fonctionnement des pompes, ce qui nécessite une surface et une maille de filtration suffisamment importantes ;
- la quantité de débris traversant les filtres ne doit pas mettre en cause le bon fonctionnement des équipements situés à l'aval des filtres (pompes, échangeurs notamment) et le refroidissement des AC ou du corium, ce qui impose une maille de filtration suffisamment fine.

Ainsi, la vérification du bon dimensionnement du dispositif de filtration nécessite la réalisation d'essais.

Par ailleurs, le risque de colmatage des filtres et des grilles des AC (par effet physique ou du fait de la chimie de l'eau de recirculation) fait l'objet depuis de nombreuses années d'études et de recherches tant chez EDF qu'à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). En particulier, dans le cadre du réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe (RP4-900), l'expertise menée par l'IRSN a conduit EDF à faire évoluer sa méthode de démonstration de l'efficacité de la fonction de recirculation et à mettre en œuvre des modifications matérielles visant à réduire le TSD amont sur les réacteurs du parc en fonctionnement ainsi que sur le réacteur EPR FA3.

Dans le cadre de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR FA3, EDF a donc mis à jour son dossier de justification de l'efficacité de la fonction de recirculation (appelé cadre de référence) en intégrant les modifications décidées sur ce réacteur et les enseignements de l'expertise réalisée sur les réacteurs de 900 MWe. EDF a fourni ce dossier ainsi que son programme d'essais en décembre 2021.

Par sa lettre citée en référence [1], l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'IRSN sur :

- la robustesse de la démarche de la démonstration de sûreté de la performance du dispositif de filtration de l'eau de l'IRWST pour les systèmes RIS et EVU ;
- l'acceptabilité et la suffisance des modifications proposées par EDF, sur la base de l'atteinte des objectifs d'essais fixés par EDF ;
- la capacité du programme d'essais d'EDF à répondre aux objectifs de la démonstration de sûreté.

Une synthèse de l'expertise menée par l'IRSN et les principales conclusions associées sont présentées ci-après. En préalable, est rappelée la description du dispositif de filtration de l'EPR FA3.

2. DESCRIPTION DU DISPOSITIF DE FILTRATION DE L'EAU DE L'IRWST DE L'EPR FA3

Contrairement aux réacteurs du parc en fonctionnement, il existe sur le réacteur EPR de Flamanville plusieurs niveaux de filtration :

- les murets situés autour des ouvertures dans le plancher lourd et au niveau des ouvertures de l'espace annulaire entravent le transport des gros débris ;
- les grilles disposées au-dessus des ouvertures dans le plancher lourd retiennent les gros débris ;
- quatre paniers de rétention permettent de filtrer les débris à leur entrée dans l'IRWST, soit par les grands compartiments installés en-dessous des ouvertures dans le plancher lourd, soit par les petits compartiments installés sous les ouvertures entre l'espace annulaire et l'IRWST. En cas de colmatage de ces paniers, un espace existe entre le haut de ces paniers et le plafond de l'IRWST pour permettre un écoulement du fluide par débordement ;
- six filtres disposés dans l'IRWST (quatre filtres pour le RIS et deux pour l'EVU) sont situés au-dessus des tuyauteries d'aspiration RIS et EVU. Une tuyauterie pénétrant dans la boîte de connexion des filtres RIS est prévue pour permettre leur décolmatage.

3. SYSTÈME DE FILTRATION RIS DE L'EAU DE L'IRWST

DÉMARCHE GÉNÉRALE DE DÉMONSTRATION D'EDF ET ANALYSE DE SA ROBUSTESSE

La démonstration de la performance du dispositif de filtration de l'eau de l'IRWST à la suite d'un APRP repose sur la détermination du TSD amont¹ et la réalisation, avec ce TSD, d'essais de colmatage des filtres RIS et des grilles des AC. Ces essais doivent permettre de démontrer, pour l'ensemble des brèches de la démonstration de sûreté et des configurations de fonctionnement du système RIS, que les pertes de charge aux bornes des filtres et des grilles des AC sont inférieures à des critères « d'acceptabilité » dont le respect permet de garantir la tenue mécanique du filtre, l'absence de cavitation des pompes RIS et le refroidissement des AC. Ces essais doivent également permettre de déterminer le TSD aval et de vérifier la qualification des matériels à ce dernier.

Comme évoqué au paragraphe 1, EDF a mis en œuvre sur l'EPR FA3 plusieurs modifications visant à réduire le TSD amont (modifications de calorifuges, ajout de cerclages métalliques de sécurité). Cependant, malgré ces modifications, les premiers essais, réalisés par EDF en 2021 avec la maille retenue à la conception des filtres RIS de 2,1 mm, ont montré que le TSD aval conduisait au dépassement du critère d'acceptabilité relatif à la refroidissabilité des AC. EDF a alors décidé de réduire la maille des filtres RIS à 0,53 mm. Les essais de colmatage menés avec cette nouvelle maille ont montré que les pertes de charge aux bornes du filtre et des grilles des AC étaient faibles et bien en dessous des critères d'acceptabilité. Toutefois, l'IRSN a souligné l'accroissement de risque d'effet falaise sur la perte de charge aux bornes du filtre associé à la réduction de la maille du filtre, notamment en cas de présence d'une substance à fort pouvoir colmatant. C'est pourquoi, dans le cadre de la présente expertise, l'IRSN a estimé nécessaire qu'EDF effectue l'inventaire des composants du BR contenant ou susceptibles de contenir des substances favorisant le phénomène de colmatage et qu'il en caractérise les effets.

Dans ce cadre, EDF a détecté qu'une substance présente dans les dispositifs de protection contre l'incendie² avait ce fort pouvoir colmatant et pouvait mettre en cause la tenue mécanique du filtre et ainsi la performance du système RIS. EDF a donc décidé de supprimer la totalité de ce type de protections dans la zone de destruction (ZOD)³ autour des brèches requérant l'usage de l'eau de l'IRWST⁴. Le TSD amont retenu dans le présent dossier de justification est donc exempt des débris issus de ce type de protections et les essais de colmatage, menés à ce jour et considérant cette hypothèse, montrent des marges conséquentes au regard des pertes de charge maximales admissibles aux bornes des filtres RIS et des grilles des AC avec une maille du filtre RIS de 0,53 mm.

Ainsi, la suppression totale des protections contre l'incendie pour l'ensemble des ZOD de brèches constitue une hypothèse structurante du dossier de justification de la fonction de recirculation RIS. Or EDF n'a à ce jour pas démontré la faisabilité de cette suppression au regard, d'une part des procédés de retrait utilisés et de leurs effets sur les équipements, d'autre part des études de sûreté associées au risque d'incendie. De plus, EDF a récemment fait part de la découverte de nouveaux matériaux contenant également cette substance (joints notamment) pour lesquels il recherche des solutions.

Par ailleurs, EDF n'a pas encore finalisé l'inventaire des dispositifs de protection contre l'incendie susceptibles de se trouver dans les ZOD des brèches de la démonstration de sûreté (cf. engagement n° 1 présenté en

¹ Sur l'EPR, le TSD amont correspond aux débris atteignant les paniers de rétention.

² Enrubannages de chemins de câbles, calfeutrements de trémies ou de traversées.

³ ZOD : Zone de Destruction autour de la brèche, issue de l'approche de la NRC. La ZOD est définie comme la zone dans laquelle le fluide s'échappant de la brèche a suffisamment d'énergie pour conduire à l'endommagement de matériaux (calorifuge, peinture, etc.). Une ZOD 17D correspond à une sphère de destruction dont le rayon est 17 fois le diamètre interne (D) de la tuyauterie rompue.

⁴ Il s'agit des brèches dont le diamètre est supérieur à 11,7 mm (section équivalente 1,1 cm² correspondant aux plus petites brèches compensables par le RCV).

annexe 2). En tout état de cause, il n'est pour l'heure pas démontré que le retrait des dispositifs de protection contre l'incendie sera possible pour l'ensemble de ces ZOD, les analyses de risque incendie étant en cours.

EDF s'est également engagé en fin d'expertise (cf. engagement n° 2 présenté en annexe 2) à réaliser une étude bibliographique visant à caractériser le risque de colmatage par effet chimique associé à différents types de matériaux et fluides (cire, huile...) non considérés dans le TSD amont. L'IRSN estime que cet engagement est satisfaisant dans son principe. Néanmoins, il rappelle que certaines substances sont déjà connues pour favoriser le phénomène de colmatage (fibres, zinc, aluminium, colle, etc.) et estime qu'EDF doit en effectuer l'inventaire dans le BR. Ce dernier devra notamment permettre de statuer sur la quantité résiduelle de substance à fort pouvoir colmatant restant à l'issue du retrait des protections contre l'incendie susceptible de se retrouver dans l'eau de l'IRWST. En outre, pour l'IRSN, toute introduction de nouveaux matériaux dans le BR devra s'accompagner de la démonstration de leur innocuité sur la fonction de recirculation. **Sur ces sujets, l'IRSN formule la recommandation n° 1 présentée en annexe 1.**

En conclusion, le respect de l'hypothèse d'absence de substance à fort pouvoir colmatant dans le TSD amont, qui est une hypothèse structurante du dossier d'EDF sur la fonction de recirculation, paraît difficile à garantir. Dans ces conditions, l'IRSN estime qu'EDF doit considérer dans le TSD amont une certaine quantité de cette substance, qu'il devra déterminer, et rechercher les dispositions qui permettraient de réduire encore le TSD amont afin de limiter le risque de défaillance du système RIS.

MODIFICATIONS PRÉVUES PAR EDF

EDF a mis en œuvre un certain nombre de modifications visant à réduire le TSD amont en fibre de calorifuges (suppression de certains calorifuges, ajout de cerclages métalliques de sécurité permettant de réduire la ZOD) afin de limiter les risques de perte de la fonction de recirculation RIS. L'IRSN estime que ces modifications sont nécessaires. Cependant, il constate que la réduction de la maille du filtre RIS envisagée par EDF pour respecter le critère relatif à la perte de charge maximale acceptable au niveau des grilles des AC, augmente le risque de perte des pompes du système RIS et en conséquence de perte du refroidissement du cœur. Par ailleurs, l'approche utilisée pour la démonstration de la refroidissabilité des AC comporte un certain nombre de conservatismes, dans la mesure où elle ne prend pas en compte différents phénomènes physiques, notamment tridimensionnels, qui concourent au refroidissement du cœur. **Ainsi, en fonction des informations disponibles à ce jour, il apparaît que le choix de la maille du filtre RIS de 0,53 mm pourrait ne pas être pertinent et pourrait mettre en cause la suffisance des précédentes modifications décidées par EDF.**

COMPLÉTUDE DU PROGRAMME D'ESSAIS D'EDF

Comme précédemment indiqué, les essais déjà réalisés avec le TSD amont exempt de débris issus des protections contre l'incendie et le nouveau filtre RIS de maille 0,53 mm montrent des marges conséquentes au regard des pertes de charge maximales admissibles aux bornes des filtres RIS et des grilles des AC. Cependant, ces essais ne couvrent pas l'ensemble des configurations possibles de brèches et de fonctionnement du système RIS. Sur ces sujets, EDF s'est engagé au cours de l'expertise (cf. engagements n° 3 et 4 présentés en annexe 2) à compléter notablement son programme d'essais, ce qui est satisfaisant.

Néanmoins, pour l'IRSN, EDF doit en priorité conforter le choix de la maille de filtration à retenir au regard de la performance du système RIS. Dans ce cadre, EDF doit réaliser des essais en présence de débris issus des protections contre l'incendie, pour différentes tailles de maille du filtre RIS, dans l'objectif de caractériser leur sensibilité au phénomène de colmatage.

COMPLÉMENTS ATTENDUS POUR DÉMONTRER L'EFFICACITÉ DE LA RECIRCULATION RIS

Au regard de l'ensemble des points susmentionnés, l'IRSN estime qu'EDF doit, avant la mise en service du réacteur, pour les brèches des conditions de fonctionnement de référence et pour différentes tailles de maille du filtre RIS, déterminer la quantité maximale acceptable de débris issus des protections contre l'incendie permettant de garantir le bon fonctionnement des matériels du système RIS (tenue mécanique du filtre, absence de cavitation des pompes et qualification des matériels en aval). À l'issue, EDF devra s'assurer que la quantité de ces débris susceptible d'être présente dans l'eau de recirculation ne met pas en cause le bon fonctionnement du système RIS pour la maille du filtre installée.

L'ensemble de ces éléments font l'objet de la recommandation n° 2 présentée en annexe 1.

Par la suite et dans un délai raisonnable, EDF devra démontrer que le dispositif de filtration *in fine* retenu permet de garantir la performance du système RIS pour l'ensemble du spectre de brèches de la démonstration de sûreté du réacteur EPR FA3. Les essais de colmatage associés devront considérer les quantités des débris susceptibles d'avoir un fort pouvoir colmatant (cf. **recommandation n° 1**) ainsi que les engagements pris par EDF pour compléter son programme d'essais (cf. paragraphe ci-dessus).

De plus, EDF devra transmettre, avant la mise en service du réacteur EPR FA3, les éléments permettant d'avoir la raisonnable assurance que les AC sont correctement refroidis malgré la présence résiduelle dans l'eau de l'IRWST d'une substance ayant un fort pouvoir colmatant. La démonstration complète de cette refroidissabilité doit être apportée dans un délai raisonnable et pourra valoriser si besoin les phénomènes physiques mis en jeu, notamment les écoulements transverses internes au cœur et les écoulements dans la cuve contournant le cœur.

Sur ce point, l'IRSN formule la recommandation n° 3 présentée en annexe 1.

Par ailleurs, à l'issue de l'expertise, EDF s'est engagé, à échéance du dossier de fin de démarrage, à mettre à jour le cadre de référence en considérant l'ensemble des scénarios de brèche de la démonstration de sûreté et les quantités de débris associées ainsi que les différentes configurations possibles de fonctionnement du système RIS (cf. **engagement n° 5 présenté en annexe 2**). L'IRSN considère cet engagement satisfaisant et rappelle que cette mise à jour devra considérer les éventuelles évolutions de la conception (retrait des protections contre l'incendie, mise en œuvre de modifications de réduction des ZOD...) faisant suite à la prise en compte des points susmentionnés.

En outre, au regard de l'importance du TSD amont dans la démonstration de l'efficacité de la fonction de recirculation, l'IRSN estime que, pendant les 60 ans de fonctionnement du réacteur EPR FA3, toute modification susceptible d'entraîner une évolution du TSD amont devra s'accompagner d'une démonstration du maintien de l'efficacité de la fonction de recirculation RIS. Sur ce point, EDF s'est engagé à intégrer, dans un document prescriptif, l'inventaire des types de calorifuges présents dans le BR afin de garantir de façon pérenne, un inventaire cohérent avec la démonstration de sûreté (cf. **engagement n° 6 présenté en annexe 2**). **L'IRSN estime cet engagement satisfaisant étant entendu que ce document devra également couvrir l'ensemble des aspects qui influent sur le TSD amont.**

Enfin, l'IRSN estime qu'EDF doit, avant d'engager les modifications visant à retirer les protections contre l'incendie, démontrer que le procédé utilisé n'est pas de nature à mettre en cause la qualification des câbles d'alimentation électrique et de tout autre matériel sur lequel elles sont installées. **Sur ce sujet, l'IRSN formule la recommandation n° 4 présentée en annexe 1.**

4. SYSTÈME DE FILTRATION EVU DE L'EAU DE L'IRWST

En situation d'accident grave (AG), divers débris, supplémentaires à ceux identifiés en situation d'APRP, sont générés et transportés vers l'IRWST, principalement par le lessivage à la suite de la mise en service du système EVU et donc à l'aspersion dans l'enceinte. L'ensemble de ces débris constitue le TSD amont AG. Ce TSD amont

AG subit une première filtration à la traversée des paniers de rétention (tant qu'ils ne débordent pas). Ensuite, l'eau de l'IRWST traverse les deux filtres EVU de technologie différente de celle des filtres RIS.

Lors d'un AG, l'évacuation de la puissance thermique du corium en dehors de l'enceinte par le système EVU doit permettre le maintien du confinement :

- le corium doit être refroidi pendant toute la durée de l'accident pour préserver l'intégrité du radier de l'enceinte. Le débit de noyage passif d'une file du système EVU doit donc être suffisant pour maintenir un écoulement d'eau au travers du filtre EVU jusqu'au niveau des déversoirs les plus bas du récupérateur de corium pour noyer le corium étalé dans ce récupérateur ;
- les pressions et températures atteintes dans l'enceinte doivent être compatibles avec le dimensionnement de l'enceinte. Pour cela, le système EVU doit assurer le refroidissement de l'eau de l'IRWST en échangeant avec la source froide ultime via une chaîne de refroidissement dédiée. Le risque de cavitation des pompes du système EVU lors de l'AG, dû au colmatage des filtres par les débris, doit donc être écarté.

Pour assurer ces fonctions du système EVU, EDF a défini des valeurs de pertes de charge à ne pas dépasser pendant les 15 premiers jours après le début de l'AG, lorsque les deux files EVU sont requises en mode aspersion et au-delà de 15 jours après le début de l'AG lorsqu'une seule file EVU est requise en mode aspersion.

De plus, la qualification des matériels du système EVU situés en aval des filtres EVU (pompes, échangeurs...) impose une concentration maximale du TSD aval AG.

DÉMARCHE GÉNÉRALE DE DÉMONSTRATION D'EDF ET ANALYSE DE SA ROBUSTESSE

Pour démontrer le respect des exigences fonctionnelles précédentes, EDF a tout d'abord défini le TSD amont faisant suite à un AG provenant d'un scénario accidentel de brèche doublement débattue de la ligne d'expansion du pressuriseur. Ce TSD amont tient compte des modifications matérielles susmentionnées visant à réduire la quantité de fibres de calorifuge susceptible de contribuer au TSD amont en APRP (suppression de certains calorifuges, ajout de cerclages métalliques de sécurité). EDF a réalisé une série d'essais de filtration EVU en utilisant ce TSD amont AG et dans des conditions d'essais représentatives des situations d'AG afin d'évaluer la perte de charge aux bornes du filtre et de déterminer le TSD aval.

En ce qui concerne le TSD amont, l'IRSN considère que le scénario de brèche retenu est acceptable, notamment en raison de la très faible perte de charge aux bornes du filtre EVU observée dans le cadre des essais de filtration EVU, ce qui minimise le risque d'« effet falaise » sur cette perte de charge pour des brèches générant un TSD plus important. Cependant, ce TSD amont AG ne contient pas de débris issus de protections contre l'incendie qui ont un fort pouvoir colmatant selon EDF. Sur la base d'essais de comportement de ces protections lors d'un AG, EDF conclut que le risque d'apport de débris associés dans l'IRWST est faible. Toutefois, EDF s'est engagé (engagement n° 7 présenté en annexe 2) à réaliser un essai de filtration EVU avec de tels débris, ce que l'IRSN juge satisfaisant. La réalisation de cet essai permettra de vérifier la robustesse de la fonction de recirculation en AG en présence de débris issus de ces protections contre l'incendie.

COMPLÉTUDE DU PROGRAMME D'ESSAIS D'EDF

Concernant le risque de cavitation des pompes EVU à la suite d'un colmatage des filtres, l'IRSN a estimé lors de l'examen de la filtration EVU du rapport de sûreté du réacteur EPR FA3 en 2018 [2] qu'EDF disposait de marges suffisantes pour écarter ce risque. Les essais EVU réalisés sans débris issus des protections contre l'incendie ne remettent actuellement pas en cause cette conclusion de l'IRSN. Par ailleurs, l'IRSN estime que la très faible perte de charge aux bornes du filtre EVU observée dans les essais permet d'assurer un écoulement d'eau gravitaire sur le corium. Les exigences fonctionnelles du rapport de sûreté du réacteur EPR FA3 sur la perte de charge au filtre EVU sont actuellement respectées. **Cette conclusion devra être consolidée après la réalisation de l'essai de**

filtration EVU en présence de débris issus des protections contre l'incendie, qu'EDF s'est engagé à réaliser (cf. engagement n° 7).

Enfin, l'IRSN constate que le TSD aval AG obtenu lors des essais est inférieur au TSD aval AG considéré pour la qualification des matériels du système EVU situés en aval du filtre, **ce qui est satisfaisant.**

5. CONCLUSION

EDF a entrepris et va entreprendre des modifications qui visent à réduire le TSD amont et la maille du filtre RIS. De plus, dans le cadre de la présente expertise, EDF a pris un certain nombre d'engagements que l'IRSN estime satisfaisants dans leur principe. Cependant, le dossier de justification présenté par EDF repose actuellement sur l'hypothèse structurante d'absence de substance au fort pouvoir colmatant issue des dispositifs de protection contre l'incendie présents dans les ZOD, hypothèse qui paraît à ce jour difficile à atteindre. La présence d'une telle substance pourrait mettre en cause les conclusions du dossier de justification de l'efficacité de la fonction de recirculation présenté par EDF et en conséquence la suffisance des modifications actuellement mises en œuvre et envisagées. Sur ce point, l'IRSN a formulé plusieurs recommandations en ce qui concerne le système RIS. Pour le système EVU, l'IRSN considère que l'engagement pris par EDF est satisfaisant (réalisation d'un essai en présence de débris issus des protections contre l'incendie). De plus, EDF devra justifier que le procédé de retrait des protections contre l'incendie ne met pas en cause la qualification des matériels concernés.

L'expertise de l'efficacité de la fonction de recirculation de l'eau de l'IRWST assurée par les systèmes RIS et EVU se poursuit en parallèle de l'expertise associée au risque incendie.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Thierry PAYEN

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté



Thierry PAYEN
2022.05.31
16:47:00
+02'00'

ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2022-00118 DU 31 MAI 2022

Recommandations de l'IRSN

Recommandation N° 1

L'IRSN recommande qu'EDF :

- évalue, avant la mise en service du réacteur EPR de Flamanville, la quantité de débris issus des protections contre l'incendie restant après les opérations de retrait de ces protections et susceptibles d'atteindre les dispositifs de filtration ;
- réalise, pour la prochaine mise à jour du cadre de référence, l'inventaire des matériaux présents dans le BR (non identifiés dans le TSD amont actuel) présentant dans leur composition des substances qui favorisent le phénomène de colmatage (aluminium ou zinc) ;
- s'assure en amont de l'introduction de tout nouveau matériau dans le BR, de son innocuité sur l'efficacité de la fonction de recirculation.

Recommandation N° 2

L'IRSN recommande que, avant la mise en service du réacteur EPR de Flamanville, pour les brèches des conditions de fonctionnement de référence et pour différentes tailles de maille de filtre, EDF détermine la quantité maximale acceptable de débris issus des protections contre l'incendie, en particulier en ce qui concerne les substances à fort pouvoir colmatant, permettant de garantir le bon fonctionnement de l'ensemble des matériels du système d'injection de sécurité (filtres, pompes, matériels en aval des pompes) et précise les éventuels besoins d'évolution de l'installation.

Recommandation N° 3

L'IRSN recommande qu'EDF apporte :

- avant la mise en service du réacteur EPR de Flamanville, des éléments permettant d'avoir la raisonnable assurance de la refroidissabilité des assemblages de combustible pour les brèches des conditions de fonctionnement de référence et pour la taille de maille du filtre du système d'injection de sécurité installé ;
- dans un délai raisonnable, la démonstration de la refroidissabilité des assemblages de combustible pour l'ensemble des brèches de la démonstration de sûreté générant des débris dans l'IRWST, en valorisant si besoin les phénomènes physiques mis en jeu.

Recommandation N° 4

L'IRSN recommande qu'EDF démontre que le procédé utilisé pour les opérations de retrait des protections contre l'incendie n'est pas de nature à mettre en cause la qualification des matériels sur lesquels elles sont installées, en particulier les câbles d'alimentation électrique.

ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2022-00118 DU 31 MAI 2022

Engagements principaux de l'exploitant

Engagement N° 1

Concernant les brèches primaires :

Afin de confirmer le périmètre suffisant de la suppression des protections incendie (enrubannage et manchons) sur l'EPR FA3 actuellement prévue, une vérification de l'absence de protection incendie dans les ZOD 17D autour des brèches pouvant survenir sur les tuyauteries primaires jusqu'au deuxième organe d'isolement sera également réalisée sur la base des schémas mécaniques de l'EPR FA3, en incluant les brèches de diamètre compris entre 11,7 mm (brèche compensable par le RCV) et DN 50, et les tuyauteries à une pression inférieure à 100 bar.

Cette analyse sera fournie à échéance de fin avril 2022.

En fonction des conclusions obtenues, EDF étudiera l'extension éventuelle de la modification actuellement prévue.

Concernant les brèches secondaires :

À échéance du dossier de fin de démarrage (DFD), une étude de RTE 2A déterministe, prenant en compte des hypothèses pénalisantes vis-à-vis du volume d'eau de l'IRWST éventuellement injecté dans le primaire, sera réalisée afin de confirmer que la fonction filtration n'est pas impactée par les scénarios de brèches secondaires.

Engagement N° 2

EDF analysera les documents suivants :

- ML090750683 - NUREG/CR - 6988 "Final Report - Evaluation of Chemical Effects Phenomena in Post-LOCA Coolant", August 2008 ;
- ML090780090 - NUREG - 1918 « Phenomena Identification and Ranking Table (PIRT) Evaluation of Chemical Effects Associated with Generic Safety Issue (GSI) 191", February 2009 ;
- ML102280594, "Evaluation of Chemical Effects Phenomena Identification and Ranking Table (PIRT) Results", March 2011 ;

dans l'objectif de caractériser le comportement des différents types de matériaux et fluides pouvant impacter significativement le colmatage des filtres et/ou des grilles des AC. En fonction des conclusions de cette étude, EDF constituera à l'échéance de fin 2024 un plan d'actions pour analyser la prise en compte éventuelle de ces nouveaux matériaux en tant que sources de débris.

Engagement N° 3

Afin d'obtenir l'exhaustivité des scénarios permettant la vérification de la fonction filtration RIS, EDF poursuivra la campagne d'essais en 2022 sur la boucle intégrale de FRAMATOME Erlangen avec la maille NR30 [0,53 mm] en l'absence de substance à fort pouvoir colmatant issue des protections contre l'incendie et en considérant a minima :

- pour les brèches de PCC4 :
 - deux essais avec diminution de la quantité de fibres, avec by-pass des paniers de rétention ou utilisation de ceux-ci,
 - un essai avec un débit maximal dans l'AC,
 - un essai de répétabilité si l'essai maximisant le débordement des paniers n'était pas le plus pénalisant vis-à-vis de la perte de charge aux bornes du filtre RIS et à l'AC.

- Pour les brèches de robustesse d'APRP 2A :
 - un essai maximisant le débordement des paniers réaliste considérant, dans un panier de rétention, l'injection de 2 débits RIS et de 50% du TSD d'APRP 2A, un filtre RIS (pour lequel le débit traversant sera sur-conservatif) et un assemblage combustible traversé par 4 débits RIS,
 - deux essais avec diminution de la quantité de fibres par rapport à l'essai précédent,
 - un essai de répétabilité de l'essai maximisant la perte de charge au filtre et à l'AC.

Ce programme d'essais pourra être complété en fonction des résultats qui seront observés.

Les enseignements de ces essais seront présentés à l'IRSN et à l'ASN lors d'une réunion technique qui se tiendra avant fin 2022.

Engagement N° 4

EDF justifiera le respect du critère de refroidissabilité des AC pour l'ensemble des configurations de brèche suite au programme d'essais intégraux qui sera finalisé en 2022.

Engagement N° 5

EDF mettra à jour, pour le réacteur EPR de Flamanville, à échéance du DFD, son cadre de référence des études associées à la fonction de recirculation de l'eau de l'IRWST assurée par les systèmes RIS et EVU, en considérant l'ensemble des scénarios de brèche étudiés, les quantités de débris associées et la justification de la couverture de l'ensemble des brèches possibles sur ce réacteur, en cohérence avec l'instruction des résultats des essais en cours.

Engagement N° 6

EDF intégrera dans un document prescriptif (règle nationale de maintenance) l'inventaire des types de calorifuges présents dans le bâtiment du réacteur afin de garantir de façon pérenne sur le réacteur EPR de Flamanville un inventaire cohérent avec la démonstration de sûreté. Ce document sera produit d'ici la première visite complète du réacteur.

Engagement N° 7

Au titre de la robustesse, EDF réalisera un essai de colmatage des filtres EVU en situation d'accident grave en présence de débris issus des protections contre l'incendie, afin de démontrer l'absence d'effet falaise sur le colmatage de ce type de filtre, pour le TSD amont maximisant les pertes de charge au filtre. Les enseignements de cet essai seront présentés à l'IRSN et à l'ASN lors d'une réunion technique qui se tiendra avant fin 2022.