

Fontenay-aux-Roses, le 04 novembre 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2016-00345

Objet : Établissement AREVA NC de La Hague

Usines UP2-800 (INB n° 117) et UP3 (INB n° 116) - Ateliers R2 et T2

Justifications du classement du niveau ESPN des évaporateurs de produits de fission des ateliers R2 et T2

Réf.

1. **Lettre ASN CODEP-DEP-2016-013362 du 18 avril 2016**
2. **Lettre ASN CODEP-DEP-2016-025372 du 4 juillet 2016**

Par lettres citées en première et seconde références, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les éléments transmis par AREVA NC, en mars et juin 2016, concernant le classement, au regard de la réglementation des « équipements sous pression nucléaires » (ESPN), des évaporateurs de solutions de produits de fission des ateliers R2 et T2 des usines UP2-800 et UP3 (INB n° 117 et 116). Ces équipements sont appelés « évaporateurs PF » dans la suite de l'avis.

1. Contexte

Dans les ateliers R2 et T2, l'uranium et le plutonium sont extraits des solutions issues de la dissolution des combustibles irradiés. Après cette opération, les solutions contenant les produits de fission et les actinides mineurs, dénommées solutions PF, sont concentrées par évaporation, avant d'être conditionnées en colis de déchets vitrifiés.

Dans chacun de ces ateliers, la concentration des solutions PF est effectuée au moyen de trois évaporateurs PF, chacun étant constitué d'un bouilleur de forme cylindrique, dans lequel la solution PF est portée à ébullition, surmonté d'une colonne à plateaux, dans laquelle les vapeurs générées subissent une première décontamination. Le bouilleur est chauffé (resp. refroidi) par de l'eau surchauffée (resp. de refroidissement) circulant dans plusieurs circuits caloporteurs constitués de demi-coquilles soudées sur ses surfaces externes. Les évaporateurs sont en acier inoxydable d'une nuance réputée résistante aux phénomènes de corrosion dans les conditions physicochimiques rencontrées dans les évaporateurs. Nonobstant, ces équipements présentent une corrosion importante de la partie inférieure des bouilleurs notamment, qui a conduit l'exploitant à engager leur remplacement. Ceci a fait l'objet d'avis de l'IRSN en 2015 et 2016.

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

Compte tenu de la pression de l'eau dans les circuits caloporteurs du bouilleur, les évaporateurs PF sont classés « équipements sous pression nucléaire » (ESPN). Dans le cadre de la prise en compte de l'arrêté dit « ESPN » du 12 décembre 2005, l'exploitant a étudié les conséquences potentielles des quatre scénarios accidentels postulés décrits ci-après, dits scénarios ESPN, en tenant compte des dispositions de prévention, de surveillance et de mitigation mises en place.

Les scénarios ESPN considérés sont :

- une fuite d'eau surchauffée d'un circuit caloporteur vers la cellule dans laquelle l'évaporateur est implanté (scénario n° 1) ;
- une fuite d'eau surchauffée d'un circuit caloporteur vers l'intérieur du bouilleur (scénario n° 2) ;
- une fuite de l'intégralité de la solution PF dans la cellule de l'évaporateur (scénario n° 3) ;
- une fuite concomitante d'eau surchauffée d'un circuit caloporteur et de l'intégralité de la solution PF dans la cellule de l'évaporateur (scénario n° 4).

Les études de ces scénarios réalisées par l'exploitant en 2013 concluent à des conséquences radiologiques potentielles pour le public inférieures au millisievert, valeur qu'il considère acceptable. Aussi, il retient pour ces évaporateurs un classement de niveau N2 et de catégorie IV au sens de l'arrêté « ESPN ». Pour rappel, ce classement conditionne les exigences de conception et les modalités de suivi en service de ces équipements. Par ailleurs, compte tenu du classement retenu, la capacité de ramener l'installation dans un état sûr pour les scénarios précités doit être justifiée par l'exploitant. Cet état sûr est considéré atteint lorsque la solution PF répandue dans la lèchefrite est transférée vers une cuve refroidie, assurant le confinement et l'évacuation de la puissance thermique de la solution. De plus, l'exploitant prévoit des dispositions visant à limiter les conséquences radiologiques potentielles vis-à-vis des personnes, y compris les opérateurs, et de l'environnement.

Suite à un avis de l'IRSN de 2014, l'ASN a demandé à l'exploitant de conforter certaines hypothèses considérées dans les études précitées (demandes dites B1, B2 et B3 rappelées en annexe 1 au présent avis). Les éléments transmis en 2016 par l'exploitant, objet du présent avis, visent à apporter les réponses à ces demandes.

Par ailleurs, suite à la mise en évidence de l'état de corrosion des évaporateurs PF et conformément à la décision ASN n° 2016-DC-0559 du 23 juin 2016, l'exploitant doit mettre en place :

- avant le 31 décembre 2016, des moyens d'isolement automatique limitant le volume d'eau surchauffée pouvant fuir dans une cellule à la suite d'une perte d'étanchéité d'un évaporateur PF ou d'un de ses circuits caloporteur ;
- avant le 31 décembre 2017, des moyens d'isolement automatique de l'atmosphère des cellules des évaporateurs PF à la suite d'une détection de perte d'étanchéité d'un évaporateur PF ou d'un de ses circuits caloporteur.

L'exploitant considère que ces dispositifs permettront en cas de fuite d'isoler les circuits auxquels ils sont associés en moins d'une trentaine de seconde (détection et fermeture incluses).

2. Demande B1

Pour évaluer les rejets potentiels de matières radioactives associés aux scénarios n° 3 et 4 (déversement de toute la solution PF en cellule, accompagnée ou non d'eau surchauffée), l'exploitant

utilise un facteur de mise en suspension correspondant à la chute d'un liquide d'une hauteur inférieure à 3 mètres. Dans le dossier transmis en 2013, le caractère enveloppe de ce facteur n'était pas démontré dans le cas d'une chute de solution PF de température proche de celle d'ébullition. Ce point a fait l'objet de la demande B1 précitée.

Sur ce point, l'exploitant a conforté la valeur de ce facteur de mise en suspension en utilisant une corrélation faisant intervenir la hauteur de chute mais aussi la viscosité dynamique de la solution, qui dépend de sa température.

L'IRSN estime l'analyse de l'exploitant satisfaisante. En outre, au regard des données disponibles, le facteur de mise en suspension retenu par l'exploitant apparaît conservatif.

3. Demande B2

Dans le dossier transmis en 2013, pour évaluer le rejet potentiel associé au scénario n°4, l'exploitant considérait, en plus de la fraction de produits de fission mise en suspension lors de la chute de la solution PF, l'entraînement de radionucléides par la vapeur issue de l'ébullition de la solution PF ou de la dépressurisation de l'eau surchauffée du circuit caloporteur bullant dans la solution PF. Un seul facteur d'entraînement a été retenu, indépendamment du radionucléide considéré et de sa volatilité. L'analyse de l'influence de ce paramètre fait l'objet de la demande B2 précitée.

Pour justifier le caractère enveloppe du facteur d'entraînement retenu pour l'ensemble des produits de fission, l'exploitant s'appuie sur une étude expérimentale récente, relative au relâchement d'activité en cas d'ébullition de solutions de haute activité, ainsi que sur le retour d'expérience du fonctionnement des évaporateurs PF. Il conclut que les facteurs d'entraînement des principaux radionucléides sont du même ordre de grandeur et que le facteur d'entraînement retenu dans ses études est adapté.

L'analyse et les conclusions de l'exploitant n'appellent pas de remarque de l'IRSN.

Toutefois, les incertitudes associées à ce facteur d'entraînement ne sont pas quantifiées, au regard par exemple des températures susceptibles d'être localement atteintes par la solution PF au contact de l'eau surchauffée. De plus, certains phénomènes pourraient augmenter la fraction de produits de fission entraînée (jet sous pression d'un mélange eau-solution PF, entraînement d'une partie de la solution PF sous forme d'aérosols par vaporisation de l'eau surchauffée...). Ces phénomènes pourraient avoir une influence significative sur l'évaluation des conséquences radiologiques associées notamment au scénario n°4. **Par conséquent, l'estimation de la fraction de produits de fissions entraînée doit être considérée avec prudence.**

À cet égard, les aménagements prévus par l'exploitant (isolements automatiques des circuits caloporteurs et de ventilation des cellules) permettront sur le principe de diminuer significativement le rejet potentiel de radionucléides en limitant, d'une part le volume d'eau surchauffée pouvant fuir, d'autre part la quantité de radionucléides transférée dans le système de ventilation des cellules.

En tout état de cause, au titre de la limitation des conséquences, l'IRSN estime que les délais de détection d'une fuite et de fermeture des organes d'isolement précités doivent être réduits autant que possible, sans mettre en cause la fiabilité des équipements retenus. Ce point fait l'objet de la recommandation formulée en annexe 2 au présent avis.

4. Réponse à la demande B3

Dans le dossier transmis en 2013, l'exploitant considère le maintien, d'une part de la ventilation de la cellule de l'évaporateur PF affecté par la fuite, d'autre part de l'efficacité des filtres très haute efficacité (THE) équipant le dernier niveau de filtration (DNF) de la ventilation de l'atelier avant rejet. À cet égard, une surpression significative (liée en particulier à la détente du circuit d'eau surchauffée sous pression) et l'arrivée d'air très humide au niveau des filtres THE du DNF ne sont pas exclues pour les scénarios ESPN considérés. Aussi, l'efficacité de ces filtres THE dans ces conditions accidentelles doit être justifiée. Ce point a fait l'objet de la demande B3 précitée.

Pour cette analyse, l'exploitant a évalué, sur la base de modélisations intégrant le réseau de ventilation, les phénomènes de surpression et d'entraînement d'humidité associés aux scénarios ESPN. Cette étude ne prend pas directement en compte les dispositifs d'isolement prévus.

L'exploitant conclut que l'augmentation maximale de débit d'air au niveau du DNF est limitée et ne conduit pas au dépassement de la plage définie pour le débit nominal des filtres THE du DNF.

De plus, il estime que les dispositifs automatiques d'isolement prévus pour la ventilation des cellules des évaporateurs PF et des circuits caloporteurs limiteront l'humidité arrivant sur les filtres THE du DNF à quelques kilogrammes par filtre. Sur la base des résultats d'un programme expérimental relatif à la résistance mécanique de filtres THE soumis à des atmosphères humides, l'exploitant estime que cette masse n'est pas de nature à conduire à la rupture ou à la perte d'efficacité de ces filtres.

Selon l'IRSN, certaines hypothèses de l'étude de l'exploitant ne semblent pas justifiées (dépressurisation quasi-instantanée de l'eau surchauffée, pression considérée constante dans certaines parties du réseau...). En outre, les résultats des modélisations devraient être analysés plus en détail, certains paraissant incohérents (diminution initiale de la température de l'air de la cellule à la suite de la fuite d'eau surchauffée, montée en pression paraissant faible au regard des quantités de vapeur potentiellement générées dans un temps très court...). Aussi, le caractère enveloppe des résultats de l'exploitant n'est pas acquis.

À cet égard, en considérant une approche enveloppe (absence d'isolement des circuits, non prise en compte de la condensation de la vapeur dans la cellule ou les circuits de ventilation...), il n'est pas possible d'écarter un endommagement des filtres THE et *a fortiori* une diminution de leur efficacité.

Ceci renforce l'intérêt des aménagements prévus par l'exploitant (isolements automatiques des circuits caloporteurs et de la ventilation des cellules), de nature à limiter les sollicitations au niveau des filtres THE du DNF. À cet égard, l'exploitant ne devra pas s'appuyer sur les évaluations de la surpression et de l'humidité susceptibles d'atteindre les filtres THE du DNF, compte tenu des incertitudes associées, pour définir les délais d'isolement des circuits caloporteurs et de ventilation des cellules. *A contrario*, l'IRSN estime que l'exploitant doit réduire autant que possible ces délais. Par ailleurs, l'IRSN recommande que l'exploitant prenne des marges pour le dimensionnement des dispositifs d'isolement, notamment au regard des surpressions envisageables lors de leur fonctionnement. Ces points sont intégrés dans la recommandation formulée en annexe 2 au présent avis.

5. Conclusion

Sur la base des documents examinés, l'IRSN considère que l'exploitant doit mettre en place dans les délais annoncés les aménagements prévus pour, en cas de fuite, isoler automatiquement les circuits caloporteurs et la ventilation des cellules des évaporateurs PF, en visant à minimiser les délais de fermeture associés. Cette optimisation doit concerner à la fois les moyens de détection d'une fuite et d'isolement des circuits. En outre, le dimensionnement de ces dispositifs d'isolement devra intégrer des marges, notamment au regard des surpressions envisageables lors de leur fonctionnement. Ceci fait l'objet de la recommandation formulée en annexe 2 au présent avis.

Par ailleurs, l'IRSN considère que les éléments complémentaires transmis par l'exploitant dans le cadre des demandes B1, B2 et B3 sont suffisants dans le cas des évaporateurs PF existants des ateliers R2 et T2 au regard des gains apportées par la mise en place des aménagements précités, de nature à compenser les incertitudes associées aux analyses réalisées.

Pour le Directeur général et par délégation,

Igor LE BARS,

Adjoint au Directeur de l'Expertise de Sûreté

**Demandes de l'ASN concernant les études de justification
du classement ESPN des évaporateurs PF**

B.1 « Vous justifierez le caractère enveloppe du facteur de mise en suspension instantané retenu pour la chute d'une solution de produits de fission dans le cas où cette solution est à une température proche de la température d'ébullition (scénario 3). »

B.2 « Vous évaluez les rejets liés à l'entraînement dans la vapeur issue de l'ébullition de la solution de produits de fission ou dans la vapeur issue de la dépressurisation de l'eau surchauffée bullant dans la solution, de produits de fission en tenant compte de coefficients d'entraînement particuliers pour les différents radionucléides. Vous vous appuyez notamment sur le retour d'expérience du fonctionnement des évaporateurs. Vous tiendrez compte des différences de valeurs de ces facteurs d'entraînement en fonction des radionucléides dans le calcul des conséquences radiologiques qui devra faire apparaître la contribution de chaque radionucléide considéré (scénario 4). »

B.3 « Vous justifierez, dans le cas du scénario correspondant à la rupture franche simultanée du compartiment caloporteur et du bouilleur de l'évaporateur (scénario 4), l'absence de dégradation mécanique et l'absence de diminution d'efficacité du dernier niveau de filtration du circuit d'extraction d'air des cellules, sur la base notamment d'une évaluation de la pression atteinte dans la cellule et de la quantité d'eau mélangée à l'air traversant ce dernier niveau de filtration. Cette évaluation devra tenir compte du débit de vapeur émis dans la cellule dans un scénario de rupture franche d'une demi-coquille de chauffe et de l'éventuel isolement automatique de la partie du circuit d'eau surchauffée extérieure à la cellule, qui limiterait le cas échéant la quantité de vapeur dans cette dernière. »

Recommandation

L'IRSN recommande que l'exploitant réduise autant que possible, sans mettre en cause la fiabilité des équipements, d'une part le délai entre la survenue d'une fuite d'eau surchauffée et la fermeture des dispositifs de sectionnement amont et aval des circuits caloporteurs, d'autre part le délai entre la survenue d'une fuite de solution PF et la fermeture des dispositifs d'isolement amont et aval de la ventilation des cellules des évaporateurs PF. De plus, l'IRSN recommande que l'exploitant prenne des marges pour le dimensionnement des dispositifs d'isolement précités, notamment au regard des surpressions envisageables lors de leur fonctionnement.