

Fontenay-aux-Roses, le 22 avril 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2016-00129

Objet : Établissement AREVA NC de La Hague

Usine UP2-800 (INB n° 117) - Atelier R2

Dossier d'options de sûreté de la « Nouvelle unité de Concentration des Produits de Fission » de l'atelier R2 (NCPF R2)

Réf. *Lettre ASN CODEP-DRC-2016-010062 du 14 mars 2016*

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur le dossier d'options de sûreté de la nouvelle unité de concentration des solutions de produits de fission de l'usine UP2-800, dite « NCPF R2 », transmis par AREVA NC fin décembre 2015.

Le présent avis de l'IRSN vise à faire part à l'ASN de premières remarques sur des options de sûreté ou de conception structurantes pour le projet NCPF R2. Elles concernent les contrôles en service des équipements ainsi que la conception de la ventilation des cellules et des équipements de cette nouvelle unité. Un second avis, traitant de l'ensemble des options de sûreté de cette unité, sera transmis à l'ASN ultérieurement.

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

1. Contexte

L'usine UP2-800 est l'une des deux usines du site AREVA NC de La Hague destinées actuellement au traitement des combustibles irradiés. Dans l'atelier R2, l'uranium et le plutonium sont extraits des solutions nitriques de dissolution des combustibles. Après cette opération, ces solutions, dénommées alors solutions PF et contenant les produits de fission ainsi que les actinides mineurs, sont concentrées par évaporation avant d'être, dans d'autres ateliers de cette usine, entreposées puis conditionnées en colis de déchets vitrifiés. La concentration des solutions PF est effectuée dans l'atelier R2 au moyen de trois équipements dénommés évaporateurs PF, décrits dans la suite du présent avis.

Des contrôles réalisés dans le cadre des réexamens périodiques de sûreté des usines du site AREVA NC de La Hague (UP2-800 et UP3) ont mis en évidence une corrosion généralisée des évaporateurs PF supérieure à celle attendue à leur conception. En conséquence, AREVA a décidé de les remplacer. Ainsi, une « nouvelle unité de concentration des produits de fission de l'usine UP2-800 », dite NCPF R2, sera créée dans un nouveau bâtiment accolé à l'atelier R2. Elle comprendra trois nouveaux évaporateurs, ainsi que les cuves d'alimentation et de vidange associées. Ils seront reliés aux procédés amont et aval existants ainsi qu'à des unités supports de l'atelier R2 (fournitures de réactifs et d'utilités, telles que l'eau surchauffée, ventilation des équipements du procédé...). Le procédé et la technologie actuellement utilisés dans l'atelier R2 sont reconduits pour l'unité NCPF R2, avec des améliorations intégrant le retour d'expérience acquis et l'introduction dès la conception de nouveaux scénarios accidentels détaillés dans la suite du présent avis.

2. Description des évaporateurs

Les évaporateurs PF sont constitués d'un bouilleur, dans lequel les solutions PF sont portées à ébullition, surmonté d'une colonne à plateaux, où les vapeurs subissent une première décontamination. Le bouilleur est chauffé par une circulation d'eau surchauffée dans des circuits caloporteurs constitués de demi-coquilles soudées sur ses surfaces externes (trois en partie latérale inférieure et deux au fond). Ces évaporateurs sont en acier inoxydable, d'une nuance tenant compte du phénomène de corrosion en milieu nitrique chaud. Compte tenu de la pression de l'eau dans les circuits caloporteurs du bouilleur, ils sont classés « équipements sous pression nucléaire » (ESPN). Chaque évaporateur est implanté dans une cellule dédiée, située au niveau du radier du nouveau bâtiment.

Compte tenu du retour d'expérience relatif à la corrosion, l'exploitant a augmenté l'épaisseur initiale des parois du bouilleur des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2, ce qui est satisfaisant.

Par rapport aux évaporateurs PF de l'atelier R2, l'exploitant intègre dès la conception de l'unité NCPF R2 :

- des exigences plus fortes en termes de contrôle en service des équipements, compte tenu de la nécessité de suivre dans le temps leur état de corrosion ;
- la prise en compte des scénarios accidentels dits ESPN, considérés pour définir le niveau de classement de ces équipements au sens de la réglementation correspondante. Ces scénarios sont :
 - une fuite d'eau surchauffée du circuit caloporteur vers la cellule ;
 - une fuite d'eau surchauffée du circuit caloporteur vers l'intérieur de l'évaporateur ;
 - une fuite de l'intégralité de la solution PF dans la cellule ;
 - des fuites concomitantes d'eau surchauffée du circuit caloporteur et de la solution PF dans la cellule.

Pour les scénarios ESPN, qui sont postulés, des ruptures des circuits caloporteurs et des évaporateurs sont considérées. À cet égard, une fuite de la solution PF va entraîner une dispersion importante de produits de fission dans l'atmosphère de la cellule, qui est reprise par le réseau de ventilation. Cette dispersion est accentuée si l'expansion de vapeur due à une fuite d'eau surchauffée concomitante est considérée. Par ailleurs, il est à noter que le percement d'un évaporateur survenant au-dessus du niveau de la solution PF (phase vapeur) présente des enjeux de sûreté plus limités (activité radiologique plus faible, équipement en dépression...) qu'une fuite au niveau de la solution PF.

3. Contrôles en service des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2

Le retour d'expérience acquis montre des phénomènes de corrosion des parois internes des évaporateurs PF plus importants que prévus à la conception, notamment dans certaines zones (localement au niveau des soudures dans la partie inférieure de la colonne à plateaux et de manière généralisée au niveau de la partie inférieure du bouilleur, sous le niveau du liquide). Pour rappel, des percements en bas de la colonne à plateaux de certains évaporateurs se sont déjà produits. Les mécanismes de corrosion en jeu, notamment leur cinétique, ne sont pas entièrement caractérisés à ce jour.

À cet égard, les contrôles en service des évaporateurs PF actuels sont limités du fait d'une accessibilité restreinte à un secteur angulaire d'1/8^{ème} de la surface inférieure du bouilleur, compte tenu des traversées aménagées dans les murs des cellules. Pour rappel, ces contrôles externes sont des contrôles d'épaisseur réalisés à l'aide de perches équipées de capteurs ultrasons, posés sur l'extérieur des parois des évaporateurs PF entre les demi-coquilles des circuits caloporteurs, ou des contrôles télévisuels. À cet égard, il n'est pas acquis que ces types de contrôle permettent de détecter une corrosion très localisée au niveau de la phase vapeur de l'équipement. **Toutefois, l'IRSN estime cela acceptable au regard des enjeux de sûreté associés et des moyens de surveillance de la contamination atmosphérique existants au niveau de la cellule.**

Pour l'unité NCPF R2, l'exploitant prévoit des traversées (fourreaux d'endoscope) aménagées dans les parois dites « est » et « ouest » des trois cellules des évaporateurs PF, qui sont contiguës dans l'axe nord-sud. Par ailleurs, il a choisi de regrouper au maximum les tuyauteries des évaporateurs sur leur face supérieure « est » afin de favoriser les contrôles sur la face ouest. Au cours de l'instruction, l'exploitant a présenté les zones qu'il considère ainsi accessibles pour les contrôles externes, qui ont été optimisées par rapport au dossier d'options de sûreté objet du présent avis. Compte tenu du regroupement des tuyauteries sur la face supérieure « est » des évaporateurs, les parties inférieures des bouilleurs (sous le niveau de la solution PF) sont quasiment entièrement accessibles aux contrôles (sauf singularités locales telles que les tuyauteries d'arrivées/départs des circuits caloporteurs et la présence d'un bloc de polyéthylène utilisé pour des contrôles de type neutronique), et leur partie supérieure ainsi que la colonne à plateaux uniquement sur la face ouest des équipements (soit sur 180°).

Sous réserve de la confirmation de ces éléments, l'IRSN relève que la quasi intégralité de la partie inférieure du bouilleur, située sous le niveau du liquide, sera contrôlable, ce qui est cohérent avec le retour d'expérience acquis, montrant que cette zone est particulièrement sensible au phénomène de corrosion généralisée, et les enjeux de sûreté associés à une fuite dans cette zone.

Toutefois, le regroupement sur le côté « est » des tuyauteries des évaporateurs PF est susceptible de créer des singularités, qui pourraient conduire à des zones plus sensibles à la corrosion au niveau du dôme supérieur du bouilleur. Or, ces zones seront non accessibles aux contrôles, de même que les soudures de la moitié « est » des évaporateurs au-dessus des demi-coquilles des circuits caloporteurs. Même si les enjeux de sûreté associés à ces zones sont plus limités et les phénomènes de corrosion y sont *a priori* différents (corrosion localisée plutôt que généralisée), l'IRSN considère nécessaire sur le principe de retenir pour les contrôles un maillage n'excluant pas de zones singulières. À cet égard, au stade de la conception des cellules, l'exploitant doit veiller à ce qu'il n'y ait pas de restrictions d'accessibilité aux équipements liés à leur implantation dans les cellules (suffisance des traversés...).

Par conséquent, l'IRSN recommande que le génie civil des cellules abritant les évaporateurs PF de l'unité NCPF R2 soit conçu pour permettre l'accessibilité à l'ensemble de la surface externe des équipements pour réaliser des contrôles externes (visuels et ultrasons). Ce point fait l'objet de la recommandation n°1 formulée en annexe 1 au présent avis.

De plus, la conception des évaporateurs et l'aménagement de leurs cellules, notamment la disposition des tuyauteries et des capteurs, doit permettre de réaliser des contrôles externes (visuels et ultrasons) *a minima* des parois des bouilleurs sous le niveau des solutions PF ainsi que de zones représentatives pour les parties situées au-dessus, en particulier les soudures et leurs zones affectées thermiquement.

Aussi, l'IRSN recommande que l'exploitant assure, autant que possible, l'accessibilité aux contrôles externes (visuels et ultrasons) des parois des bouilleurs situées sous le niveau du liquide, en modifiant le cas échéant la conception et la localisation des tuyauteries et autres équipements implantés dans les cellules des évaporateurs PF. Ce point fait l'objet de la recommandation n°2 formulée en annexe 1 au présent avis.

En outre, l'IRSN estime que l'exploitant doit compléter au mieux l'accessibilité aux différentes zones des parties supérieures des bouilleurs et des colonnes à plateaux des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2. Ce point fait l'objet de l'observation n°1 formulée en annexe 2 au présent avis.

De plus, la conception des tuyauteries d'arrivée et de sortie de l'eau surchauffée des circuits caloporteurs a été améliorée afin de faciliter la réalisation de mesures d'épaisseur au contact de la paroi interne des évaporateurs au niveau de ces points singuliers, à l'intérieur des circuits caloporteurs (en introduisant une sonde dans ces circuits). Ceci est satisfaisant, les arrivées d'eau surchauffée étant les zones où les températures sont *a priori* maximales donc où la corrosion généralisée, thermiquement activée, est potentiellement la plus importante en l'absence de dépôts sur les parois.

Par ailleurs, l'exploitant ne prévoit pas d'aménagement visant à réaliser des inspections visuelles internes des parois du bouilleur des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2. Or, ce type d'inspection, en cours de développement pour les évaporateurs PF existants de l'atelier R2, permettrait de s'assurer de l'absence de dépôts localisés dans les évaporateurs, qui pourraient être à l'origine d'une corrosion localisée des parois. Même si l'intégralité de la partie inférieure du bouilleur est accessible aux contrôles externes par ultrasons, l'IRSN estime que ce type de contrôle ne permet pas à lui seul de détecter facilement un phénomène de corrosion sous dépôt, compte tenu du maillage des mesures. Aussi, la réalisation d'inspections visuelles internes peut apporter des informations sur les zones à contrôler plus particulièrement en cas de présence de dépôts.

L'IRSN recommande que l'exploitant prenne des dispositions visant à réaliser des inspections visuelles internes des parois des bouilleurs des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2, de manière à pouvoir contrôler l'absence de dépôts localisés, ou propose un autre type de contrôle à cette fin. Ce point fait l'objet de la recommandation n°3 formulée en annexe 1 au présent avis.

Enfin, les contrôles des évaporateurs PF présentent des enjeux de radioprotection significatifs.

Aussi, l'IRSN estime que l'exploitant doit prévoir des protections radiologiques adaptées (épaisseurs des parois des cellules, géométrie des fourreaux d'endoscope...) afin que les doses reçues par les opérateurs réalisant les contrôles des évaporateurs PF soient aussi basses que raisonnablement possible. Ce point fait l'objet de l'observation n°2 formulée en annexe 2 au présent avis.

4. Ventilation des cellules des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2

La ventilation des locaux et cellules de l'unité NCPF R2 est assurée par des équipements propres à cette unité (ventilateurs, filtres...), rejetant dans un nouvel émissaire situé en terrasse du nouveau bâtiment.

L'exploitant conserve, pour les cellules des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2, les principes de ventilation des cellules des évaporateurs actuels de l'atelier R2, à savoir une famille II de ventilation (correspondant à une contamination de la cellule nulle en fonctionnement normal et limitée en situation accidentelle). Pour cette famille de ventilation, le soufflage et l'extraction d'air des cellules ne sont pas prévues d'être équipées de filtres THE en limite de cellule (l'épuration des effluents gazeux est assurée globalement par le dernier niveau de filtration avant rejet à la cheminée de l'unité).

Toutefois, la prise en compte à la conception des scénarios ESPN décrits ci-avant, l'a conduit à proposer certaines dispositions complémentaires. Ces dispositions visent pour les scénarios étudiés à atteindre et maintenir un état sûr ainsi qu'à limiter les conséquences potentielles sur le personnel et l'environnement. Ainsi, l'exploitant ajoute, par rapport à la conception de la ventilation des cellules des évaporateurs PF actuels de l'atelier R2 :

- un soufflage pour l'air entrant dans les cellules (au lieu d'un transfert d'air à partir des cellules voisines) équipé d'un filtre THE, afin de limiter les rétrodiffusions de la contamination en cas de surpression engendrée par la détente de l'eau surchauffée ;
- un caisson de filtration de secours, en plus des deux caissons fonctionnant en parallèle, pour le dernier niveau de filtration THE, avant rejet à la cheminée, équipant le réseau d'extraction d'air ;
- des registres d'isolement automatique de la ventilation, à fermeture rapide, au soufflage et à l'extraction de chaque cellule, fermés en cas de détection de contamination atmosphérique, et des systèmes de décontamination des gaines en amont de ces registres d'isolement ;
- des dispositifs de sectionnement automatique de chacun des cinq circuits caloporteurs des évaporateurs PF, afin de limiter la quantité de vapeur d'eau susceptible d'être générée par la détente de l'eau surchauffée en cas de fuite ;
- des piquages permettant de raccorder un filtre THE mobile à l'extraction d'air de chaque cellule afin de réaliser une pré-filtration en situation post-accidentelle.

À cet égard, une fuite d'eau surchauffée génère, par détente, une quantité importante de vapeur d'eau qui, d'une part va conduire à une mise en pression de la cellule de l'évaporateur concerné, d'autre part va entraîner une humidification des filtres THE pouvant entraîner leur dégradation. Pour justifier la suffisance des dispositions envisagées, l'exploitant évalue, pour le scénario de ruptures concomitantes du circuit caloporteur et de l'évaporateur, la surpression atteinte dans la cellule et la quantité d'eau susceptible d'arriver au niveau des filtres THE. Toutefois, dans l'étude réalisée, il ne justifie pas toutes les hypothèses, notamment les délais d'isolement de la ventilation et des circuits caloporteurs, retenues pour calculer le débit de la fuite d'eau surchauffée. Or, l'IRSN estime que ce dernier pourrait être supérieur à celui retenu par l'exploitant, ce qui entraînerait une surpression plus importante en cellule.

Aussi, l'IRSN considère que, même si les dispositifs d'isolement et de sectionnement assurent leur fonction dans les délais spécifiés par l'exploitant, la quantité de vapeur générée en cellule et la surpression potentiellement induite ne permettent pas d'exclure une dégradation des filtres THE en amont et en aval de la cellule de l'évaporateur où se produit la fuite. Cette dégradation des filtres est susceptible de conduire à des conséquences plus importantes que celles estimées par l'exploitant en cas de ruptures concomitantes du circuit caloporteur et de l'évaporateur.

Aussi, l'IRSN recommande que l'exploitant prévoie, en complément des dispositions déjà retenues, des dispositifs visant à limiter la surpression et la quantité de d'eau susceptibles d'atteindre les filtres THE du soufflage et du dernier niveau de filtration en cas de fuite d'un évaporateur PF ou d'un de ses circuits caloporteurs. Ces systèmes devront être qualifiés aux conditions ambiantes de pression, d'humidité, de température et d'activité susceptibles d'être rencontrées dans ces conditions accidentelles. Ils doivent en outre rester compatible avec une éventuelle décontamination des gaines de ventilation telle que proposée par l'exploitant. Ce point fait l'objet de la recommandation n°4 formulée en annexe 1 au présent avis.

À titre d'exemple, l'exploitant pourrait étudier la possibilité de mettre en place, sur chaque circuit de soufflage et d'extraction d'air des cellules des évaporateurs PF, des filtres en fibres d'acier inoxydable plissés, résistants à la pression et à l'humidité. Ces filtres, utilisés notamment en tant que pare-étincelles dans des systèmes de ventilation de chantier de démantèlement, piégeraient la vapeur recondensée et limiteraient la montée en pression en aval. Il conviendrait cependant de les qualifier pour cette utilisation et d'analyser les conséquences de leur installation sur le réseau de ventilation (introduction d'une perte de charge supplémentaire...).

5. Ventilation des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2

Concernant le risque de corrosion, l'exploitant ne présente pas de disposition de conception des tuyauteries d'évacuation des effluents gazeux des évaporateurs PF prenant en compte le retour d'expérience de l'évènement survenu le 8 novembre 2005 sur l'atelier T2. Cet évènement a concerné une fuite d'effluents acides contaminés due au percement par corrosion, sans contrainte de pression particulière, d'une ligne d'évent véhiculant des vapeurs nitreuses.

Or, la prise en compte de ce retour d'expérience pourrait influencer sur la conception des lignes d'évents, notamment au niveau des tuyauteries situées entre les évaporateurs PF et les condenseurs de l'unité NCPF R2 où le risque de corrosion est estimé élevé par l'exploitant. En effet, dans le cas où une surpression interviendrait dans l'évaporateur, une dispersion de matières radioactives et de vapeur d'eau pourrait avoir lieu dans le local des condenseurs.

Par conséquent, l'IRSN estime que l'exploitant doit présenter des dispositions de conception des tuyauteries d'effluents gazeux des évaporateurs PF prenant en compte le retour d'expérience de l'évènement du 8 novembre 2005 précité. Ce point fait l'objet de l'observation n°3 formulée en annexe 2 au présent avis.

6. Conclusion

Au stade actuel de l'instruction, sur la base des éléments examinés et des compléments fournis par l'exploitant, bien que les options de conception de l'unité NCPF R2 concernant les contrôles en service des évaporateurs PF et la prise en compte des scénarios dits ESPN présentent des améliorations, l'IRSN estime qu'elles doivent être complétées en tenant compte dès à présent dans la conception de cette unité des recommandations et observations formulées respectivement en annexes 1 et 2 au présent avis.

Un avis de l'IRSN sur l'ensemble des options de sûreté et de conception de cette unité sera transmis prochainement à l'ASN.

Pour le Directeur général, par ordre,
Igor LE BARS,
Adjoint au Directeur de l'Expertise de Sûreté

Pièces jointes : 2 annexes

Recommandations

1 Contrôles en service des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2

1.1 Recommandation n°1

L'IRSN recommande que le génie civil des cellules abritant les évaporateurs PF de l'unité NCPF R2 soit conçu pour permettre l'accessibilité à l'ensemble de la surface externe des équipements pour réaliser des contrôles externes (visuels et ultrasons).

1.2 Recommandation n°2

L'IRSN recommande que l'exploitant assure, autant que possible, l'accessibilité aux contrôles externes (visuels et ultrasons) des parois des bouilleurs situées sous le niveau du liquide, en modifiant le cas échéant la conception et la localisation des tuyauteries et autres équipements implantés dans les cellules des évaporateurs PF.

1.3 Recommandation n°3

L'IRSN recommande que l'exploitant prenne les dispositions visant à réaliser des inspections visuelles internes des parois des bouilleurs des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2, de manière à pouvoir contrôler l'absence de dépôts localisés, ou propose un autre type de contrôle à cette fin.

2 Ventilation des cellules des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2

2.1 Recommandation n°4

L'IRSN recommande que l'exploitant prévoie, en complément des dispositions déjà retenues, des dispositifs visant à limiter la surpression et la quantité de d'eau susceptibles d'atteindre les filtres THE du soufflage et du dernier niveau de filtration en cas de fuite d'un évaporateur PF ou d'un de ses circuits caloporteurs. Ces systèmes devront être qualifiés aux conditions ambiantes de pression, d'humidité, de température et d'activité susceptibles d'être rencontrées dans ces conditions accidentelles. Ils doivent en outre rester compatible avec une éventuelle décontamination des gaines de ventilation telle que proposée par l'exploitant.

Observations

1 Contrôles en service des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2

1.1 Observation n°1

L'IRSN estime que l'exploitant doit compléter au mieux l'accessibilité aux différentes zones des parties supérieures des bouilleurs et des colonnes à plateaux des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2.

1.2 Observation n°2

L'IRSN estime que l'exploitant doit prévoir des protections radiologiques adaptées (épaisseurs des parois des cellules, géométrie des fourreaux d'endoscope...) afin que les doses reçues par les opérateurs réalisant les contrôles des évaporateurs PF soient aussi basses que raisonnablement possible.

2 Ventilation des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2

2.1 Observation n°3

L'IRSN estime que l'exploitant doit présenter les dispositions de conception des tuyauteries d'effluents gazeux des évaporateurs PF retenues pour prendre en compte le retour d'expérience de l'évènement du 8 novembre 2005, concernant le percement d'une ligne d'évent véhiculant des vapeurs nitreuses sur l'atelier T2.