

Fontenay-aux-Roses, le 18 avril 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00134

Objet :                   Établissement AREVA NC de La Hague  
Usine UP2-800 (INB n°117) - Atelier R7  
Remplacement de l'évaporateur de concentration des effluents liquides

Réf.                       **Lettre ASN CODEP-DRC-2016-030075 du 28 juillet 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 les documents transmis par le Directeur de l'Établissement AREVA NC de La Hague en mai 2016, à l'appui de la déclaration de modification concernant le remplacement de l'évaporateur de concentration des effluents liquides de l'atelier R7 de l'usine UP2-800 (INB n°117). En complément du dossier de sûreté relatif au nouvel évaporateur, l'exploitant a transmis un projet de règles générales d'exploitation (RGE) modifiées de l'atelier R7.

De l'examen des documents précités et des compléments d'information transmis au cours de l'instruction, l'IRSN retient les principaux points suivants.

## 1 Contexte

Dans l'atelier R7, différents résidus issus du traitement des combustibles irradiés effectués dans les ateliers R1 et R2 de l'INB n°117 sont calcinés et incorporés dans du verre afin de les confiner et les conditionner en colis standard de déchets vitrifiés. L'unité de traitement des effluents liquides de cet atelier a pour rôle de concentrer les effluents liquides, notamment ceux produits par le lavage des gaz issus des unités de vitrification. La concentration des effluents liquides est effectuée dans un évaporateur constitué d'un bouilleur, chauffé par circulation d'eau surchauffée dans un circuit caloporteur, surmonté d'une colonne de lavage des gaz d'évaporation.

Des percements de l'évaporateur de l'atelier R7 ont été détectés en 2004 et 2011, respectivement en partie inférieure de la colonne de lavage des gaz et au niveau d'un serpentin du circuit de chauffe. Par la suite, des mesures d'épaisseur ont mis en évidence une corrosion généralisée importante de cet équipement empêchant sa remise en service. L'exploitant a alors décidé de remplacer l'évaporateur percé de l'atelier R7 par un nouvel équipement. À la demande de l'ASN, le dossier d'options de sûreté de ce nouvel évaporateur a fait l'objet d'un avis de l'IRSN en 2013. Soulignons que depuis son arrêt, les effluents liquides de l'atelier R7 sont traités dans les évaporateurs de l'atelier R2 et de l'unité NCP1 de l'atelier HAPF de l'usine UP2-400 (INB n°33).

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 8 440 546 018

Le dossier de sûreté transmis ne traite pas des travaux de démontage de l'ancien évaporateur et d'implantation du nouvel opérateur. Les risques liés à ces travaux n'ont pas été examinés par l'IRSN dans le cadre du présent avis.

## 2 Description de la modification

Le nouvel évaporateur de l'atelier R7 est de conception similaire à l'ancien évaporateur. L'acidité de la solution dans l'évaporateur est maintenue constante durant le cycle d'évaporation par injection de formol (dénitration formique). Les gaz issus de la colonne de lavage sont dirigés vers un condenseur où ils sont refroidis. À la fin du cycle d'évaporation, la solution concentrée est transférée vers la cuve dite de « concentrats » refroidie, puis vers les cuves d'alimentation des unités de calcination de l'atelier R7.

Le nouvel évaporateur est implanté dans une nouvelle cellule attenante à celle de l'ancien évaporateur. Ces deux cellules communiquent par des trémies de génie civil et sont ventilées de façon commune. Les équipements existants de traitement des gaz d'évaporation, de réception et de transfert des concentrats et d'approvisionnement en effluents à évaporer sont conservés : le nouvel évaporateur sera donc raccordé aux lignes existantes. Par rapport à l'ancien évaporateur, plusieurs évolutions ont été apportées par l'exploitant à la conception du nouvel évaporateur ou à ses conditions d'exploitation. Elles comprennent notamment des améliorations intégrant le retour d'expérience industriel acquis (à l'égard des phénomènes de corrosion notamment) et des dispositions visant à limiter des conséquences liées à des situations accidentelles. Celles-ci consistent notamment à :

- modifier le matériau constitutif de l'évaporateur : la tenue à la corrosion de la nouvelle nuance d'acier inoxydable retenue est examinée par l'IRSN dans le cadre d'une instruction séparée ;
- ajouter deux serpentins internes de chauffe en plus des deux demi-coquilles externes dans lesquels circule l'eau surchauffée ; cet ajout, qui vise à augmenter la capacité d'évaporation, permettra de diminuer la pression et la température de l'eau surchauffée et, par conséquent, les risques liés à ces équipements sous pression ;
- ajouter une alimentation en agent complexant, visant à limiter l'action corrosive des ions fluor sur l'évaporateur, ces ions ayant contribué aux percements de l'ancien évaporateur ;
- mettre en place des dispositifs de sectionnement des circuits caloporteurs de l'évaporateur, visant à limiter les fuites d'eau surchauffée en cas de rupture d'une boucle de chauffe dans l'évaporateur ou dans la cellule ;
- mettre en place, dans une salle située à l'étage supérieur à la cellule abritant le nouvel évaporateur, une bêche d'arrosage de secours, permettant d'envoyer de façon gravitaire de l'eau déminéralisée en tête de colonne de l'évaporateur afin d'assurer le lavage des gaz en cas de défaillance du système de refroidissement du condenseur ;
- prendre des dispositions notamment en matière d'alimentation électrique des ventilateurs d'extraction des gaz de l'évaporateur afin de limiter les risques d'arrêt de cette ventilation « procédé » ;
- modifier les conditions de fonctionnement de l'évaporateur afin notamment d'augmenter l'activité maximale des concentrats, de façon à limiter le volume des effluents qui seront transférés dans l'unité de calcination.

## 3 Évaluation des risques

### 3.1 Risques de dispersion de substances radioactives

La première barrière de confinement statique des substances radioactives est assurée par le nouvel évaporateur et les équipements de transfert (tuyauteries...) soudés aux équipements existants de l'installation (cuve de réception des concentrats...). La deuxième barrière de confinement statique est assurée par les parois de la nouvelle cellule créée et de celle abritant l'ancien évaporateur (les deux étant reliées par des trémies) ainsi que par les lèchefrites associées.

### 3.1.1 Dimensionnement mécanique de la première barrière de confinement

Les circuits caloporteurs du nouvel évaporateur étant sous pression, ce dernier est classé « équipement sous pression nucléaire » (ESPN), selon la réglementation correspondante. Dans le cadre de cette réglementation, l'exploitant a proposé un classement de l'équipement de niveau N2 et de catégorie IV. Pour rappel, ce niveau conditionne les exigences de conception, de fabrication et d'évaluation de la conformité en cohérence ainsi que les modalités de suivi en service.

Le dimensionnement du nouvel évaporateur aux sollicitations mécaniques auxquelles il peut être soumis (pression, fatigue, accélération sismique...) a été réalisé sur la base de la norme EN 13445. L'évaporateur étant un équipement soumis à des phénomènes de corrosion du fait des solutions à traiter, la démarche de dimensionnement retenue par l'exploitant a consisté à déterminer les épaisseurs minimales requises de l'équipement, incluant les soudures, pour assurer la résistance aux sollicitations mécaniques puis d'y ajouter les épaisseurs nécessaires pour tenir compte des phénomènes de corrosion pendant la durée prévue de fonctionnement de l'évaporateur.

En premier lieu, l'IRSN n'a pas de remarque à formuler sur le classement de l'évaporateur selon la réglementation ESPN ainsi que sur les exigences de sûreté retenues par l'exploitant pour le dimensionnement de l'évaporateur (à l'égard du séisme notamment). En revanche, pour l'IRSN, la norme EN 13445 ne permet pas un dimensionnement équivalent à celui qui résulterait de l'application des codes « nucléaires » usuellement utilisés pour le dimensionnement des équipements sous pression contenant des substances radioactives, tel que le code RCC-M. Cela conduit à ce que les marges de dimensionnement de l'évaporateur soient plus faibles que celles qui auraient résulté de l'utilisation d'un code « nucléaire » (épaisseurs minimales requises plus faibles notamment). Cela concerne notamment les serpentins internes d'eau surchauffée sous pression et leurs éléments de supportage. Ainsi, selon l'IRSN, si la cinétique de corrosion est plus importante que celle retenue par l'exploitant à la conception, cela conduira à réduire la durée de fonctionnement prévue de l'évaporateur.

En outre, compte tenu du dimensionnement retenu, l'IRSN estime qu'une attention particulière doit être apportée à la fabrication et aux contrôles associés de façon à assurer un niveau de qualité équivalent à celui apporté par les codes « nucléaires ». À cet égard, l'exploitant a indiqué, au cours de l'instruction, que la fabrication de l'évaporateur a fait l'objet d'une évaluation de conformité, conformément à la réglementation ESPN, ce qui est satisfaisant. En tout état de cause, eu égard aux incertitudes existantes sur les phénomènes de corrosion et aux marges de dimensionnement retenues, l'IRSN considère que les contrôles en service de l'évaporateur, qui sont en cours définition par l'exploitant, doivent être suffisamment complets pour permettre de détecter le plus tôt possible tous les écarts de nature à mettre en cause l'intégrité de l'évaporateur, notamment au niveau des zones sensibles telles que les soudures externes des circuits caloporteurs avec le bouilleur et les supports des serpentins internes. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1.1 formulée en annexe 1 au présent avis.

Plus globalement, l'IRSN estime que, pour la conception des futurs évaporateurs des usines du site AREVA NC de La Hague, dont ceux des ateliers R2 et T2, l'exploitant devra retenir une démarche de dimensionnement fondée sur l'utilisation de codes spécifiquement dédiées aux équipements nucléaires, permettant un dimensionnement robuste, dégageant des marges en adéquation avec le classement ESPN de ces équipements.

Pour ce qui concerne le dimensionnement de l'évaporateur à l'égard des sollicitations mécaniques en fonctionnement normal ainsi qu'en cas de séisme, les éléments transmis par l'exploitant, au cours de l'instruction, ne permettent pas à l'IRSN de se prononcer sur le caractère suffisant des marges retenues à l'égard des phénomènes dits de fatigue-corrosion, qui sont susceptibles d'accélérer la fissuration par fatigue des zones en contact avec la solution corrosive, à savoir la face intérieure du bouilleur, les serpentins et leurs supportages. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1.2 formulée en annexe 1 au présent avis.

En dehors de ces phénomènes, les analyses présentées par l'exploitant permettent de justifier le respect des critères de dimensionnement de l'évaporateur retenus par l'exploitant à l'égard des sollicitations mécaniques, excepté pour quelques points (dépassement de contrainte dans une zone de l'évaporateur reliant des cannes de mesure, justification du caractère suffisant des efforts liés aux piquages) pour lesquels l'exploitant a indiqué, au cours de l'instruction, qu'il prévoyait de prendre des dispositions ou de mener des études complémentaires. Cela fait l'objet des observations n° 1.1 à 1.3 formulées en annexe 2 au présent avis.

### 3.1.2 Surveillance de la première barrière de confinement statique

Le nouvel évaporateur a fait l'objet de dispositions constructives visant à permettre de réaliser des contrôles périodiques (mesures d'épaisseur, inspections visuelles...), notamment dans les zones pour lesquelles le retour d'expérience disponible des évaporateurs existants du site a mis en exergue des phénomènes de corrosion plus importants que prévus à la conception. Cela conduit notamment à la mise en place de piquages permettant le contrôle d'une partie des serpentins interne de chauffe et de traversées (fourreaux d'endoscope) aménagées dans les parois de génie civil de la nouvelle cellule afin de contrôler à distance l'évaporateur. L'exploitant a prévu de regrouper l'ensemble des piquages sur le côté est de l'évaporateur afin de favoriser les contrôles sur le côté ouest. À cet égard, il a présenté les zones qu'il considère accessibles pour des contrôles ; il s'agit notamment d'environ 50 % de la surface externe de l'évaporateur (dont 75 % sur la partie ouest) ainsi qu'une partie importante des soudures. L'IRSN note que les zones identifiées *a priori* comme contrôlables comprennent les zones actuellement considérées par l'exploitant comme étant les plus sensibles, de même que les zones faisant l'objet d'un retour d'expérience mettant en exergue des défauts (colonne, soudures, piquages). Toutefois, l'exploitant a indiqué, au cours de l'instruction, que le programme détaillé de contrôle de l'évaporateur et de ses circuits caloporteurs, précisant la fréquence, la nature et l'étendue des contrôles sera défini ultérieurement avant la mise en service du nouvel évaporateur ; l'IRSN ne peut donc pas se prononcer, à ce stade, sur l'adéquation de ce programme pour suivre de façon adaptée l'état de l'évaporateur. Comme mentionné plus haut, ce programme devra notamment permettre de surveiller les parties de l'évaporateur pour lesquelles les marges de dimensionnement sont limitées. **Aussi, l'IRSN considère que l'exploitant devra présenter, en préalable à la mise en service de l'évaporateur, un programme complet de suivi en service de l'évaporateur permettant de détecter de façon précoce et de surveiller les phénomènes de corrosion, notamment des parties les plus sensibles à ces phénomènes et de celles présentant des marges de dimensionnement limitées.** Ce point est intégré à la recommandation n° 1.1 formulée en annexe 1 au présent avis.

Par ailleurs, afin de limiter la corrosion liée à la présence de fluor libre dans les effluents à traiter, l'exploitant a prévu d'injecter dans l'évaporateur un complexant de ces ions. En outre, il a prévu de réaliser des contrôles analytiques des solutions concentrées dans l'évaporateur afin de permettre une surveillance de l'évolution de la corrosion (contrôle de la concentration en fer). **À cet égard, l'IRSN estime que les contrôles prévus devraient être complétés notamment par des mesures spécifiques des éléments corrosifs dans l'évaporateur (fluor notamment).** Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1.3 formulée en annexe 1 au présent avis.

En outre, l'exploitant a indiqué que des rinçages basiques périodiques du nouvel évaporateur sont prévus afin de limiter la formation de dépôts, susceptibles d'être à l'origine de phénomènes de corrosion localisés ; l'exploitant a indiqué que leur fréquence sera définie ultérieurement. **À cet égard, l'IRSN estime que l'exploitant devrait définir un programme de rinçages (acides et basiques) d'une fréquence adaptée visant à prévenir l'accumulation de tels dépôts ainsi que des critères d'efficacité de ces rinçages afin d'être en mesure, si cela s'avérait nécessaire, de réaliser des investigations visuelles de la présence de dépôts à l'intérieur du bouilleur.** Ce point fait l'objet de l'observation n° 1.4 formulée en annexe 2 au présent avis.

Enfin, l'IRSN estime que l'exploitant devrait transmettre régulièrement à l'ASN un bilan du suivi de la corrosion dans le nouvel évaporateur, incluant le suivi analytique des espèces corrosives et des produits de corrosion, les

**caractérisations des effluents de rinçages et les résultats des contrôles visuels et d'épaisseurs.** Ce point fait l'objet de l'observation n° 1.5 formulée en annexe 2 au présent avis.

En dernier lieu, l'exploitant a indiqué que la soudure entre la sortie de la colonne de l'évaporateur et la tuyauterie de liaison au condenseur, qui présente un risque de corrosion élevé, fera l'objet d'un contrôle poussé. **L'IRSN estime que l'état de la corrosion de la tuyauterie de transfert des concentrats existante, à laquelle sera raccordé le nouvel évaporateur, ainsi que de la soudure de liaison entre le nouvel évaporateur et cette tuyauterie, devraient également faire l'objet de contrôles.** Ce point fait l'objet de l'observation n° 1.6 formulée en annexe 2 au présent avis.

### 3.1.3 Confinement dynamique

En complément des deux barrières de confinement statique évoquées ci-dessus, des systèmes de confinement dynamiques permettent de maintenir en dépression, d'une part les équipements de procédé, d'autre part les cellules dans lesquelles sont implantés ces équipements. Ainsi, l'exploitant a prévu de raccorder les nouveaux équipements (évaporateur...) au système actuel de ventilation « procédé » ; l'exploitant a pris des dispositions (en matière d'alimentation électrique des ventilateurs notamment) pour réduire les risques de défaillance de cette ventilation. Par ailleurs, l'exploitant a prévu de ventiler, de façon commune, les cellules abritant l'ancien et le nouvel évaporateur. Les gaines de soufflage d'air et d'extraction de ces cellules seront équipées d'un étage de filtration à très haute efficacité (THE) supplémentaire, afin de limiter la dissémination de substances radioactives en situations incidentelles ou accidentelles. **Les dispositions retenues par l'exploitant sont satisfaisantes.**

### 3.2 *Risques d'exposition externe aux rayonnements ionisants*

L'activité radiologique en émetteurs bêta et gamma des effluents concentrés dans le nouvel évaporateur pourra être jusqu'à quatre fois plus importante que celle des concentrats de l'ancien évaporateur. Dans la mesure où ces effluents transiteront vers des équipements existants de l'atelier, l'exploitant a examiné le caractère suffisant des protections radiologiques de ces locaux (respect du zonage radiologique). Cet examen a conduit l'exploitant à mettre en place des protections complémentaires dans certains de ces locaux. En outre, l'exploitant a prévu, lors des essais préalables à la mise en service de l'évaporateur, de vérifier la conformité et le caractère suffisant des protections radiologiques des locaux concernés par le transfert des effluents de l'évaporateur. **Ces dispositions sont satisfaisantes.**

Par ailleurs, l'exploitant a examiné les risques d'exposition externe aux rayonnements ionisants en cas de surpression accidentelle dans l'évaporateur. En effet, une telle surpression serait susceptible de conduire à une remontée de liquide radioactif dans les tuyauteries « procédé et utilités » plongeantes de l'évaporateur, normalement exemptes de substance radioactive, jusque dans les locaux accessibles au personnel. Selon les calculs de l'exploitant, cela pourrait conduire à des débits d'équivalent de dose très importants dans certains locaux (jusqu'à plusieurs centaines de  $mSv.h^{-1}$ ). Au cours de l'instruction, l'exploitant a indiqué, sans justification particulière, que les surpressions accidentelles envisageables ne sont pas suffisantes pour permettre de telles remontées de liquide. En outre, il considère que les dispositions de surveillance radiologique des locaux permettraient, dans une telle éventualité, d'alerter les opérateurs et donc de limiter les conséquences radiologiques. Eu égard à l'importance des valeurs de débit d'équivalent de dose estimées pour de telles situations, **l'IRSN estime que l'exploitant devra justifier que les surpressions envisageables en situation accidentelle ne sont pas suffisantes pour provoquer une remontée de liquide radioactif jusque dans les tuyauteries situées dans des locaux accessibles au personnel ou, à défaut, proposer des dispositions complémentaires pour limiter les risques d'exposition externe du personnel (ajout de protections radiologiques).** Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 formulée en annexe 1 au présent avis.

### 3.3 Risques liés à la radiolyse

La maîtrise des risques liés à la formation d'hydrogène de radiolyse dans l'atelier R7 repose sur la dilution par l'air dans les équipements du procédé et à son évacuation par la ventilation « procédé ». Ces dispositions doivent permettre de ne pas atteindre la limite inférieure d'explosivité de l'hydrogène dans les équipements. Par rapport à l'ancien évaporateur, les risques liés à la radiolyse sont plus importants en raison de l'augmentation de l'activité radiologique et de la puissance thermique des concentrats. Ces risques concernent le nouvel évaporateur, la cuve de réception des concentrats et la cuve permettant d'envoyer exceptionnellement les concentrats vers l'atelier R2. L'exploitant a prévu d'augmenter les débits d'air de dilution dans les deux cuves précitées ; **les dispositions retenues sont satisfaisantes.**

La prévention des risques liés à la radiolyse dans l'évaporateur repose, lors des phases de chauffe, sur la dilution générée par les gaz d'évaporation et la ventilation « procédé ». Hors phase de chauffe, un risque d'accumulation d'hydrogène pourrait survenir en cas d'impossibilité de transférer la solution dans une cuve ventilée. Dans une telle situation, l'exploitant prévoit de remettre en chauffe l'évaporateur afin d'utiliser l'ébullition pour évacuer les gaz de radiolyse. À cet égard, l'IRSN note que l'évaporateur ne pourrait pas être remis en chauffe en cas de perte de la ventilation procédé. Même si la probabilité d'occurrence d'un arrêt de cette ventilation est plus faible du fait des dispositions retenues pour l'alimentation électrique des ventilateurs, **l'IRSN estime que l'exploitant devrait compléter l'analyse des risques liés à la radiolyse dans l'évaporateur.** Ce point fait l'objet de l'observation n°2 formulée en annexe 2 au présent avis.

### 3.4 Risques liés aux dégagements thermiques

#### 3.4.1 Risques liés à l'auto échauffement des solutions

Le domaine de fonctionnement du nouvel évaporateur permet une puissance thermique des concentrats environ cinq fois supérieure à celle des concentrats de l'ancien évaporateur. Cette augmentation a conduit l'exploitant à examiner le caractère suffisant des dispositions retenues pour assurer le refroidissement de la cuve de réception des concentrats, en fonctionnement normal ainsi que pour les situations accidentelles envisageables notamment en cas de séisme.

En fonctionnement normal, l'objectif visé est de maintenir la température de la solution à une température inférieure à 60°C. Afin de respecter cette exigence, l'exploitant a prévu de limiter le niveau dans la cuve de réception des concentrats. En outre, des dispositions opérationnelles sont prévues pour empêcher les transferts au-delà d'un certain volume de remplissage selon la puissance thermique réelle des solutions. **Cela n'appelle pas de remarque particulière.**

Hors séisme, l'exploitant a évalué les délais associés aux différentes situations accidentelles de perte de systèmes de refroidissement (supérieur ou égal à 38 heures) qui seraient nécessaires pour conduire à des conséquences radiologiques de 1 mSv pour la population « de référence » (adulte à Digulleville). Il montre que la probabilité d'occurrence de ces situations est très faible eu égard aux dispositions de conception retenues (redondance des équipements, alimentation électrique par les groupes électrogènes de sauvegarde...). En outre, il indique que, dans une telle situation, le refroidissement et le lavage des gaz dans la colonne de l'évaporateur seraient assurés par la bêche d'arrosage de secours. **Cela n'appelle pas de remarque particulière. Toutefois, l'exploitant devrait tenir compte de l'observation n° 3.1 formulée en annexe 2 au présent avis, relative à la mise à jour du plan d'urgence interne.**

En outre, l'exploitant a indiqué que les systèmes de refroidissement sont dimensionnés pour rester opérationnels en cas de séisme de niveau égal au séisme majoré de sécurité (SMS) du site. En outre, les groupes électrogènes de sauvegarde du site permettraient de réalimenter ces systèmes de telle sorte que la fonction de refroidissement soit rétablie en quelques heures. Par ailleurs, conformément à la démarche d'évaluation complémentaire de sûreté (ECS), l'exploitant a examiné si la perte des systèmes de refroidissement pouvait conduire à une situation redoutée, en cas de séisme

forfaitaire extrême (SFE). De cette analyse, l'exploitant conclut que, pour la cuve de réception des concentrats, le délai d'atteinte de la situation redoutée (ébullition des effluents) est inférieur au délai minimal retenu pour la mise en œuvre d'actions de remédiation. Aussi, il retient que la cuve de réception des concentrats ainsi que les équipements nécessaires pour assurer son refroidissement doivent être ajoutées à la liste des systèmes, structures et composants (SSC) du noyau dur ou en interface avec le noyau dur. **Cela n'appelle pas de remarque particulière.** La note de justification de tenue au séisme de niveau SFE de la cuve et des équipements associés ayant été transmise tardivement, l'IRSN examinera ces éléments dans le cadre de l'instruction du dossier de réexamen de sûreté de l'INB n°117 qui est en cours de réalisation.

En outre, l'exploitant a présenté les dispositions de remédiation et de mitigation prévues en cas de séisme extrême. Ces dispositions n'appellent pas de remarque. **Toutefois, l'exploitant devrait tenir compte de l'observation n°3.2 formulée en annexe 2 au présent avis.**

#### 3.4.2 Risques de dégradation des parois en béton de la cellule

L'exploitant a examiné le respect des exigences retenues de température des parois en béton de la cellule abritant le nouvel évaporateur, en fonctionnement normal ainsi que pour les situations accidentelles (perte de la ventilation notamment). Les éléments présentés par l'exploitant n'appellent pas de remarque. En revanche, l'IRSN estime insuffisant les éléments présentés pour justifier l'absence de dégradation du béton (gonflements, fissurations...) par le phénomène de réaction sulfatique interne (réaction générée sous l'effet de la température lors du coulage) ; ceux-ci ne permettent pas de garantir le respect de la température maximale à respecter pour éviter ce risque. **Aussi, l'IRSN estime que l'exploitant devrait tenir compte de l'observation n°3.3 formulée en annexe 2 au présent avis.**

**Par ailleurs, l'IRSN estime que l'exploitant devrait tenir compte de l'observation n°3.4 formulée en annexe 2 au présent avis pour la protection du béton au contact des tuyauteries d'eau surchauffée au niveau des traversées des parois de la cellule.**

#### 3.5 *Risques liés à la maintenance*

L'analyse des risques de chutes de charges a été réalisée selon la démarche appliquée pour le réexamen de sûreté de l'INB n°116, en tenant compte des nouveaux équipements installés. Toutefois, contrairement à cette démarche, l'exploitant ne présente pas d'évaluation des conséquences radiologiques des chutes de charges pour lesquelles la probabilité d'occurrence est inférieure au critère retenu pour l'examen de ces situations (situations dites « hors dimensionnement »). **Aussi, l'IRSN estime que l'exploitant devrait mettre à jour l'étude de chute de charges de l'atelier R7.** Ce point fait l'objet de l'observation n°4 formulée en annexe 2 au présent avis.

L'exploitant a vérifié la résistance des planchers de la salle et du couloir situés à l'aplomb de la cellule du nouvel évaporateur, en cas de chute d'une charge manutentionnée ou d'un engin de maintenance. Seule la vérification concernant le couloir appelle des remarques de l'IRSN. En effet, la justification présentée par l'exploitant ne permet pas d'écarter les risques d'émission de projectiles secondaires dus à l'écaillage de la dalle pour la chute de la charge la plus contraignante envisageable (masse et hauteur de chute). **Aussi, l'IRSN considère que l'exploitant doit limiter la hauteur maximale de manutention de ce monorail. En outre, l'IRSN estime que la démonstration de la résistance de cette dalle a été réalisée pour un scénario de chute (au centre de la dalle) qui ne conduit pas au chargement mécanique le plus contraignant envisageable (chute non centrée).** Ces points font l'objet de la recommandation n°3 formulée en annexe 1 au présent avis.

#### 3.6 *Risques liés à la défaillance d'équipements sous pression*

L'analyse des risques liés à la défaillance d'équipements classés ESPN repose sur une démarche déterministe, selon laquelle il est postulé que l'ESPN est susceptible de rencontrer une défaillance malgré sa conformité à la

réglementation et la présence de dispositifs de sécurité. À cet égard, il est important de noter que l'exploitant a étudié uniquement trois des quatre scénarios de défaillance retenus pour les évaporateurs PF des ateliers R2 et T2 ; en effet, en accord avec l'ASN, l'exploitant n'a pas étudié le scénario de rupture concomitante d'un circuit d'eau surchauffée et du bouilleur entraînant le déversement en cellule de la solution et de l'eau surchauffée.

Concernant le scénario relatif à la rupture franche d'un circuit d'eau surchauffée dans la cellule du nouvel évaporateur entraînant une surpression, l'exploitant conclut à l'absence de conséquences radiologique pour le public et l'environnement. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

Concernant le scénario de rupture franche d'un circuit caloporteur conduisant à une fuite d'eau surchauffée dans le bouilleur, l'exploitant a prévu des dispositions visant à détecter rapidement une telle fuite et à isoler le circuit afin de limiter la quantité d'eau arrivant dans le bouilleur. En considérant un isolement de ce circuit en 30 secondes (délai maximal retenu), l'exploitant évalue les conséquences radiologiques de ce scénario inférieures au  $\mu\text{Sv}$  pour la population de référence. À cet égard, l'IRSN estime que les hypothèses retenues pour ce calcul ne sont pas enveloppes dans la mesure où elles ne tiennent notamment pas compte de la mise en suspension d'aérosols sous l'action de l'expansion de volume due à la vaporisation de l'eau surchauffée. **Eu égard à l'importance des dispositions d'isolement prévues pour limiter les conséquences d'une telle situation, l'IRSN considère que l'exploitant devra réduire autant que possible, sans mettre en cause la fiabilité des équipements, le délai entre la survenue d'une fuite d'eau surchauffée et la fermeture des dispositifs de sectionnement des circuits. En outre, l'exploitant devra s'assurer de la fiabilité de ces dispositifs afin qu'ils puissent fonctionner dans les conditions d'ambiance susceptibles d'être rencontrées en condition accidentelles.** Ces points font l'objet de la recommandation n°4.1 formulée en annexe 1 au présent avis.

En outre, l'IRSN note que ce scénario de rupture du circuit d'eau surchauffée pourrait avoir lieu en cas de transmission à ce circuit de la pression de vapeur du site (20 bars). En effet, ces circuits ne sont pas dimensionnés pour un tel niveau de pression. Or, l'exploitant n'a pas justifié que les dispositifs de sécurité (soupapes de sécurité au niveau du réchauffeur et du pressuriseur notamment) sont suffisants pour exclure une telle situation. **Ceci n'est pas satisfaisant.** Ce point fait l'objet de l'observation n°5 formulée en annexe 2 au présent avis.

Le scénario de rupture franche du bouilleur conduirait au déversement de la solution dans la lèchefrite et un entraînement de vapeur et d'aérosols dans les gaines de ventilation. A cet égard, l'exploitant indique que la solution pourrait être transférée en quelques heures dans une cuve refroidie. En outre, il évalue les conséquences radiologiques de ce scénario à quelques dizaines de  $\mu\text{Sv}$  pour la population de référence. Cette évaluation n'appelle pas de remarque particulière. En revanche, l'IRSN note qu'une telle situation conduirait à des débits d'équivalent de dose très importants au niveau du premier niveau de filtration THE (plusieurs centaines de  $\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$  à proximité du filtre) et des gaines de ventilation. Cela est susceptible de fortement compliquer le changement de ces filtres, qui serait nécessaire dans le cadre de la gestion d'une telle situation accidentelle pour mettre l'installation dans un état sûr. **Aussi, l'IRSN considère que l'exploitant devra démontrer sa capacité à rétablir, dans un délai approprié, en respectant les exigences de radioprotection des intervenants, la filtration de l'air extrait de la cellule du nouvel évaporateur de l'atelier R7 sur des filtres neufs, en tenant compte de l'irradiation des gaines de ventilation.** Ce point fait l'objet recommandation n°4.2 formulée en annexe 1 au présent avis.

En dehors des scénarios de défaillance ESPN évoqués ci-dessus, l'exploitant a analysé le risque de fouettement sur la paroi de l'évaporateur lié à la rupture guillotine d'un serpentin interne d'eau surchauffée. Il considère que l'énergie libérée sous l'effet de cette rupture est insuffisante pour mettre en cause l'intégrité de la paroi de l'évaporateur. En outre, il indique que des dispositions de conception ont été prises pour éviter une telle situation, notamment pour ce qui concerne le supportage des serpentins. **L'IRSN estime que les éléments présentés, à ce stade, par l'exploitant dans son analyse ne permettent pas totalement d'exclure un scénario de rupture du serpentin plus pénalisant que**

celui retenu, notamment en cas de ruine du serpentín (c'est-à-dire sa rupture à un autre endroit que la rupture guillotine postulée) et de son supportage. En effet, si certaines hypothèses retenues dans les calculs apparaissent conservatives, la démarche de l'exploitant ne tient pas compte de l'effet dynamique d'une telle rupture. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 4.3 formulée en annexe 1 au présent avis.

### 3.7 Risques liés au séisme

L'exploitant a vérifié que les modifications réalisées dans le génie civil (ajout et suppression de voiles, planchers, réalisation de carottage, trémies, passages pour le personnel...) ne remettent pas en cause la stabilité sous séisme de niveau SMS de l'atelier R7. **Cela n'appelle pas de remarque.** Le dimensionnement au séisme des nouveaux équipements du procédé est évoqué dans les parties 3.1 et 3.4 du présent avis.

## 4 Identification des EIP et des exigences définies associées

La liste des équipements importants pour la protection des intérêts (EIP) retenus par l'exploitant et des exigences définies associées est globalement satisfaisante. Conformément à la méthodologie retenue par AREVA NC, l'exploitant a classé les différents EIP retenus en plusieurs catégories ; la démarche retenue pour effectuer cette hiérarchisation des EIP est en cours d'examen dans le cadre de l'instruction du dossier de réexamen de sûreté de l'INB n° 117.

## 5 Modification des RGE

Le projet de modification des RGE de l'atelier R7 comprend notamment les exigences d'exploitation découlant de la démonstration de sûreté du nouvel évaporateur (alimentation en formol, dispositions à l'égard des risques de corrosion...) ainsi que les contrôles et essais périodiques des équipements du procédé et des équipements de sauvegarde. Au cours de l'instruction, l'exploitant a fait part de certaines modifications du dossier (notamment le remplacement du boa d'alimentation en formol par une tuyauterie fixe avec ajout de vannes) : **ces modifications devront être intégrées aux RGE et à la liste des EIP de l'atelier R7. De plus, certains éléments participant à la démonstration de sûreté ne font pas l'objet d'exigences et de contrôles périodiques formalisés dans les RGE, ce qui n'est pas satisfaisant.** Ce point fait l'objet de la recommandation n° 5 formulée en annexe 1 au présent avis.

## 6 Conclusion

À l'issue de son instruction des documents joints à la déclaration de modification et des éléments complémentaires transmis en cours d'instruction, l'IRSN considère que les dispositions de sûreté retenues par AREVA NC pour le nouvel évaporateur de concentration des effluents liquides dans l'atelier R7 de l'usine UP2-800 sont acceptables, sous réserve toutefois de la prise en compte par l'exploitant des recommandations rappelées en annexe 1 au présent avis. Il est important de rappeler que la tenue à la corrosion de la nuance d'acier inoxydable retenue pour l'évaporateur n'a pas été examinée par l'IRSN dans la présente instruction et fera l'objet d'un avis spécifique.

Par ailleurs, l'IRSN considère que l'exploitant devrait tenir compte des observations identifiées en annexe 2 au présent avis pour améliorer la démonstration de sûreté de l'unité de concentration des effluents liquides de l'atelier R7.

Pour le directeur général, par délégation,

Jean-Paul DAUBARD

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN/2017-000134 du 18/04/2017

Recommandations à prendre en compte en préalable à la mise en service de l'évaporateur

1 Dimensionnement mécanique et suivi en service du nouvel évaporateur

- 1.1 L'IRSN recommande que l'exploitant présente le programme de suivi en service de l'évaporateur permettant de détecter de façon précoce et de surveiller les phénomènes de corrosion. Ce programme devra inclure notamment des inspections périodiques (examens visuels et mesures d'épaisseur) à l'extérieur de l'évaporateur, notamment au niveau des soudures (de la colonne, de la virole et celles entre les circuits caloporteurs et le bouilleur) et au niveau des piquages de la virole et du dôme supérieur, ainsi qu'à l'intérieur du bouilleur, notamment au niveau des supports des serpentins internes. L'exploitant devra présenter la nature et la fréquence des contrôles, l'étendue des zones contrôlées ainsi que la qualification des moyens de mesure utilisés.
- 1.2 L'IRSN recommande que l'exploitant justifie que le dimensionnement mécanique de l'évaporateur est suffisant pour tenir compte du phénomène de fatigue-corrosion dans les zones en contact avec la solution, à savoir la face interne du bouilleur ainsi que les serpentins d'eau surchauffée et leurs supportages.
- 1.3 L'IRSN recommande que l'exploitant complète le programme prévu de suivi analytique de la corrosion du nouvel évaporateur, par des mesures périodiques de la concentration en fluor ( $F^-$ ) et des autres espèces corrosives ( $Cl^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ...) des solutions dans l'évaporateur.

2 Risques d'exposition externe aux rayonnements ionisants

L'IRSN recommande que l'exploitant justifie que les surpressions dans l'évaporateur, susceptibles de survenir en situations accidentelles, ne sont pas suffisantes pour provoquer une remontée de liquide radioactif dans les tuyauteries situées dans des locaux accessibles au personnel, ou à défaut mette en œuvre des dispositions complémentaires pour limiter les risques d'exposition externe du personnel (ajout de protections radiologiques).

3 Risques liés à la manutention

L'IRSN recommande que l'exploitant :

- limite à 2 mètres la hauteur maximale de manutention avec le monorail 6394-14C dans le couloir 1040-2 ;
- justifie la stabilité, en cas de chute de charge d'une hauteur de 2 mètres avec le monorail 6394-14C, des poutres noyées assurant l'appui de la dalle du couloir 1040-2 en considérant une possibilité d'encastrement des appuis et une répartition de la charge d'impact sur les poutres déterminée avec la position d'impact la plus proche possible des poutres.

4 Risques liés à la défaillance d'équipements sous pression

- 4.1 L'IRSN recommande que l'exploitant réduise autant que possible, sans mettre en cause la fiabilité des équipements, le délai entre la survenue d'une fuite d'eau surchauffée et la fermeture des dispositifs de sectionnement des circuits caloporteurs. En outre, l'IRSN recommande que l'exploitant qualifie les dispositifs de détection de fuite et de sectionnement des circuits d'eau surchauffée pour les conditions d'ambiance susceptibles d'être rencontrées en conditions accidentelles. À cet égard, l'exploitant devra transmettre la note de synthèse de la qualification de ces dispositifs.

- 4.2 L'IRSN recommande que l'exploitant démontre, pour un scénario accidentel de rupture franche d'un évaporateur conduisant au déversement de la solution dans la cellule, sa capacité à rétablir, dans un délai approprié et en respectant les exigences de radioprotection des intervenants, la filtration de l'air extrait de la cellule du nouvel évaporateur de l'atelier R7 sur des filtres neufs, en tenant compte de l'irradiation des gaines de ventilation.
- 4.3 L'IRSN recommande que l'exploitant complète son analyse de l'impact d'une rupture guillotine du serpentín d'eau surchauffée à l'intérieur de l'évaporateur afin de démontrer l'absence, sous l'effet de cette rupture (en considérant les effets transitoires et dynamiques), de rupture de la liaison entre le serpentín et son support et de déformation ou de rupture du serpentín à un autre endroit qu'au niveau de la rupture guillotine.
- 5 Règles générales d'exploitation (RGE) de l'atelier R7
- L'IRSN recommande que l'exploitant mette à jour les RGE de l'atelier R7 en mentionnant les exigences d'exploitation et les contrôles et essais périodiques associées à la bache d'arrosage de secours, aux dispositifs de sectionnement des circuits d'eau surchauffée, aux lèchefrites de l'ancien et du nouvel évaporateur et à la cuve de réception des concentrats.

Annexe 2 à l'avis IRSN/2017-000134 du 18/04/2017

Observations

1 Dimensionnement mécanique et suivi en service du nouvel évaporateur

- 1.1 L'exploitant devrait mettre à jour la note de dimensionnement au séisme du nouvel évaporateur pour y mentionner les conditions aux limites effectivement retenues.
- 1.2 L'exploitant devrait s'assurer, à l'issue des calculs de dimensionnement des tuyauteries internes du nouvel évaporateur, que les efforts réellement transmis par ces dernières restent plus faibles que les valeurs forfaitaires retenues pour le dimensionnement.
- 1.3 L'exploitant devrait modifier la position du plat reliant deux cannes de mesure à l'intérieur du nouvel évaporateur, de manière à ce que la contrainte obtenue soit inférieure à la valeur admissible prescrite dans la norme EN 13445.
- 1.4 L'exploitant devrait définir :
  - une fréquence de réalisation du programme de rinçages (acides et basiques) permettant de prévenir l'accumulation de dépôts dans l'évaporateur ;
  - des critères d'évaluation de l'efficacité des rinçages, basés sur des analyses physico-chimiques des effluents de rinçage, afin de pouvoir réaliser, si ces critères n'étaient pas respectés, des investigations visuelles de l'intérieur du bouilleur afin de confirmer l'absence de dépôt.
- 1.5 L'exploitant devrait transmettre régulièrement à l'ASN un bilan du suivi de la corrosion dans le nouvel évaporateur, incluant le suivi analytique des espèces corrosives et des produits de corrosion, les caractérisations des effluents de rinçages et les résultats des contrôles en service de l'évaporateur (mesures d'épaisseur, contrôles visuels...).
- 1.6 L'exploitant devait vérifier l'état de la corrosion de la tuyauterie de transfert des concentrats existante, à laquelle est raccordé le nouvel évaporateur, ainsi que de la soudure de liaison entre le nouvel évaporateur et cette tuyauterie.

2 Risques liés à la radiolyse

L'exploitant devrait présenter une analyse des risques liés à la radiolyse dans le nouvel évaporateur relatif à une situation incidentelle correspondant à l'impossibilité de transfert de la solution refroidie et une perte de la ventilation du procédé. Cette analyse devrait permettre de justifier que le délai d'atteinte de la limite inférieure d'explosivité de l'hydrogène dans l'évaporateur est sensiblement supérieur au temps de rétablissement de la ventilation du procédé ou de remise en service de la fonction de transfert de la solution.

3 Risques liés aux dégagements thermiques

- 3.1 L'exploitant devrait réviser le scénario de perte de refroidissement du condenseur de l'évaporateur de l'atelier R7 du plan d'urgence interne du site, pour tenir compte de la présence d'une bêche d'arrosage de secours.
- 3.2 L'exploitant devrait mettre à jour le rapport de sûreté « Remédiation interne » et la note « Moyens techniques et actions liés aux opérations de remédiation et de mitigation » de l'atelier R7, afin de tenir compte de la stratégie de remédiation prévue pour la cuve de réception des concentrats.

- 3.3 L'exploitant devrait s'assurer, sur la base d'hypothèses réalistes concernant notamment les épaisseurs des parois et la température initiale du béton lors de sa mise en place, que la température maximale des nouveaux voiles réalisés dans le cadre des travaux de génie civil associés à la mise en place du nouvel évaporateur est restée après son coulage inférieure à 65°C avec une marge suffisante.
- 3.4 L'exploitant devrait s'assurer que, au niveau des traversées de paroi, l'épaisseur de béton de rebouchage est suffisante autour des tuyauteries d'eau surchauffée (épaisseur d'au moins 5 cm).

4 Risques liés à la manutention

L'exploitant devrait mettre à jour la note d'étude de chute de charges de l'atelier R7 en présentant les conséquences radiologiques associées aux chutes de charges classées « hors dimensionnement » d'un point de vue probabiliste.

5 Risques liés à la défaillance d'équipements sous pression

L'exploitant devrait justifier le caractère suffisant des dispositifs de sécurité (soupapes notamment) présents sur le réseau de vapeur du site pour exclure une fuite de ce réseau de vapeur dans l'évaporateur par l'intermédiaire du circuit d'eau surchauffée, notamment en vérifiant l'absence de mode commun de défaillance des dispositifs de sécurité.