

Fontenay-aux-Roses, le 2 décembre 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2019-00265

**Objet :** Établissement Orano Cycle de La Hague  
INB n° 116 et 117 - Ateliers R2 et T2  
Critères opérationnels d'arrêt des évaporateurs concentrateurs de solutions de produits de fission

**Réf.** Lettre ASN CODEP-DRC-2019-041752 du 11 octobre 2019

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté Nucléaire a demandé l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire sur la demande d'évolution des critères d'arrêt des évaporateurs - concentrateurs de solutions de produits de fission, dits évaporateurs PF, des ateliers T2 et R2 de l'établissement Orano Cycle de La Hague (INB n° 116 et 117), transmise par Orano cycle en août 2019.

L'ASN demande notamment l'avis de l'IRSN sur les nouveaux critères et le choix des zones des évaporateurs PF, dites ZIS\*, au niveau desquelles sont réalisées en exploitation les mesures d'épaisseur de parois des évaporateurs PF associées aux critères précités.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des informations apportées au cours de son expertise, l'IRSN retient les points suivants.

### Contexte

Les évaporateurs PF des ateliers T2 et R2 ont été mis en service dans les années 1990. Ils sont constitués d'un bouilleur, dans lequel la solution de produits de fission (PF) est portée à ébullition, surmonté d'une colonne à calottes. La chauffe de la solution PF est assurée par une circulation d'eau surchauffée sous pression dans les spires de circuits soudées sur les parois extérieures des bouilleurs.

Des épaisseurs minimales des parois des évaporateurs PF ont été définies à leur conception pour garantir leur tenue mécanique, notamment en cas de séisme. Pour prendre en compte les phénomènes de corrosion lors de l'exploitation, une surépaisseur de ces parois a été retenue.

Toutefois, les examens de conformité effectués sur les évaporateurs PF de l'atelier T2 dans le cadre du premier réexamen de la sûreté de l'INB n° 116 ont mis en évidence une perte d'épaisseur par corrosion des parois des bouilleurs plus importantes qu'attendu à leur conception.

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

Aussi, l'exploitant a, d'une part renforcé le suivi en exploitation des évaporateurs PF, d'autre part engagé le remplacement de ces équipements en créant deux nouvelles unités de concentration des solutions de PF rattachées aux ateliers T2 et R2, dont les mises en service sont prévues dans les prochaines années. En outre, il a pris des dispositions pour limiter les phénomènes de corrosion ainsi que les conséquences potentielles d'un percement d'un évaporateur (limitation de la pression et de la température de l'eau dans les circuits de chauffe des bouilleurs, dispositif d'isolement de ces circuits en cas de détection de fuite, rinçage des évaporateurs afin de limiter les dépôts...). Ces différents points ont fait l'objet de prescriptions de l'ASN.

Concernant le suivi renforcé des bouilleurs, des évaluations d'épaisseur des parois sont réalisées à présent annuellement au niveau au moins des zones les plus sensibles à la corrosion et l'exploitant a défini des critères opérationnels visant à garantir le respect des exigences de sûreté jusqu'au contrôle suivant.

Les conditions de fonctionnement (pression notamment de l'eau surchauffée) ayant une influence sur les exigences de sûreté, l'exploitant a recalculé les épaisseurs minimales admissibles, aussi appelées épaisseurs limites, des évaporateurs PF. Lors des contrôles annuels, il compare les épaisseurs des zones les plus corrodées, appelées « zones identifiées sensibles » ou ZIS, à ces épaisseurs limites en considérant une année de fonctionnement supplémentaire (échéance du contrôle suivant). Pour cela, il s'appuie sur la vitesse de corrosion déduite des mesures, qu'il considère constante.

À cet égard, les ZIS des évaporateurs n'étant pas toujours accessibles par les moyens de mesure d'épaisseur mis en œuvre, l'exploitant a défini des ZIS\*, accessibles et voisines des ZIS, ainsi qu'un facteur correctif des valeurs mesurées afin d'estimer les épaisseurs au niveau des ZIS. Par ailleurs, il réalise régulièrement des campagnes de mesure incluant un ensemble de points de mesures plus complet.

### Évolution de la définition des critères d'arrêt des évaporateurs PF

Les dispositions de suivi actuellement définies considèrent une utilisation sans restriction des évaporateurs PF sur l'année à venir. Toutefois, au regard de l'état de corrosion notamment d'un évaporateur de l'atelier T2, l'exploitant retient la possibilité de limiter l'utilisation d'un équipement, dans le cas où les mesures effectuées montreraient que son épaisseur limite pourrait être atteinte avant l'échéance du contrôle suivant (un an) en considérant leur exploitation habituelle.

Ainsi, il définit une durée d'utilisation maximale pour les évaporateurs PF correspondant à un nombre de jours de fonctionnement (ou d'ouverture) de l'évaporateur PF durant lesquels les solutions traitées sont portées à des températures supérieures à 90°C.

### Analyse de l'IRSN

#### Zones des mesures (ZIS\*)

Les ZIS des évaporateurs PF ont été déterminées sur la base de campagnes de mesures réalisées en 2015. À cet égard, la ZIS d'un équipement soumis à un gradient de température et présentant une corrosion généralisée est attendue au niveau des points les plus chauds. Ainsi, pour les évaporateurs PF de l'atelier T2, cette zone est bien située au niveau des arrivées d'eau surchauffée. Pour l'atelier R2, la ZIS des évaporateurs PF est par contre située près de la sortie d'eau surchauffée, qui est une zone *a priori* moins chaude. Cette différence n'est pas encore totalement expliquée, l'exploitant avançant l'hypothèse de la présence de dépôts.

Comme indiqué ci avant, lorsque la ZIS n'est pas accessible aux moyens de mesures d'épaisseur mis en œuvre lors des contrôles annuels (du fait par exemple qu'elle se situe sous le circuit de chauffe), ces mesures sont effectuées au niveau d'une ZIS\* puis extrapolées. Actuellement, seuls les contrôles annuels d'un évaporateur de l'atelier T2, qui présente l'état de corrosion le plus avancé, sont effectués directement au niveau de sa ZIS. Ce type de contrôle n'a été fait que ponctuellement pour d'autres évaporateurs.

À cet égard, l'extrapolation des résultats d'une ZIS\* à une ZIS, bien que principalement liée à une correction associée aux gradients thermiques, introduit une part d'incertitude. **Aussi, en l'état, l'IRSN considère que l'exploitant devra conditionner l'utilisation des nouveaux critères d'arrêt des évaporateurs à la réalisation de mesures directement au niveau de la ZIS de ceux-ci.** Ceci fait l'objet de la recommandation en annexe à l'avis.

Par ailleurs, les mesures réalisées depuis 2016 montrent que l'épaisseur minimale des parois des évaporateurs n'est pas systématiquement mesurée au niveau de la ZIS\*. C'est le cas d'un évaporateur PF de l'atelier R2 et des trois évaporateurs de l'atelier T2. **Même si, en l'état, cela ne met pas en cause le suivi des évaporateurs, du fait de la correction des valeurs mesurées et que ce constat pourrait être lié aux incertitudes des mesures, l'IRSN estime que l'exploitant devrait vérifier, à l'issue de chaque campagne de mesures des évaporateurs, que les mesures réalisées ne mettent pas en cause le choix des ZIS\*.** Ceci fait l'objet de l'observation en annexe au présent avis.

#### Hypothèse de linéarité de la perte d'épaisseur

La nouvelle définition des critères d'arrêt des évaporateurs de l'exploitant, fondée sur l'estimation d'un nombre de jours d'utilisation restant avant l'atteinte potentielle des épaisseurs minimales admissibles, s'appuie sur l'hypothèse d'une vitesse de corrosion constante. L'exploitant la justifie en s'appuyant sur les mesures réalisées depuis 2015.

À cet égard, dans un avis de novembre 2018, l'IRSN a estimé que le nombre de mesures réalisées ne permettait pas de conclure définitivement sur cette hypothèse. Il est à noter sur ce point que les dernières mesures disponibles, de 2019, ne mettent pas en cause la constance de la vitesse de corrosion. **Nonobstant, l'IRSN considère que, au regard du retour d'expérience limité et du fait que tous les phénomènes ne sont pas encore complètement expliqués, des marges doivent être conservées à l'égard de cette hypothèse.**

#### Critères d'arrêt des évaporateurs

La nouvelle définition des critères d'arrêt des évaporateurs de l'exploitant, fixant une durée d'exploitation de l'équipement en jours d'utilisation (et non plus en années), **n'appelle pas de remarque de principe de l'IRSN.**

Toutefois, au regard du fait que cette méthode s'applique lorsque les épaisseurs sont proches de celles minimales admissibles et que le retour d'expérience sur la constance de la vitesse de corrosion reste à consolider, notamment par rapport à la notion de jour d'utilisation, **l'IRSN considère que l'exploitant devra renforcer le suivi des évaporateurs pour lesquels cette méthode est retenue, en effectuant au moins un contrôle d'épaisseur de la ZIS après un nombre de jours d'utilisation compris entre le quart et la moitié du nombre restant de jours d'ouverture estimé initialement.** Ceci fait l'objet de la recommandation en annexe au présent avis.

### Conclusion

Sur la base des documents examinés, l'IRSN considère que la nouvelle définition des critères d'arrêt des évaporateurs PF établie par l'exploitant, en jour d'utilisation ou d'ouverture, est acceptable sous réserve de prendre en compte la recommandation de l'annexe au présent avis, qui vise à réduire les incertitudes liées au suivi des évaporateurs PF.

Par ailleurs, l'IRSN considère que l'exploitant devrait tenir compte de l'observation en annexe de l'avis dans le cadre de l'analyse du retour d'expérience de la méthode de suivi des évaporateurs.

Pour le Directeur général et par délégation,

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe à l'avis IRSN n° 2019-00265 du 2 décembre 2019

Recommandation

L'IRSN recommande que pour les évaporateurs dont la durée d'utilisation maximale est exprimée en jours d'ouverture, des mesures d'épaisseur au moins au niveau de leur ZIS (zone identifiée sensible) soient réalisées après un nombre de jours d'ouverture compris entre le quart et la moitié du nombre restant de jours d'ouverture estimé initialement.

Observation

L'IRSN considère que l'exploitant devrait vérifier, à l'issue de chaque campagne de mesure d'épaisseur des parois des évaporateurs PF, que les mesures réalisées ne mettent pas en cause le choix des ZIS\* (points de mesure associés aux zones identifiées sensibles).