

Fontenay-aux-Roses, le 9 janvier 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis IRSN N°** 2018-00005

**Objet :** Usine UP2-800 (INB 117) - Atelier R7  
Acier du nouvel évaporateur des effluents du procédé de vitrification  
Risque de corrosion de l'acier retenu

**Réf. :** Lettre ASN CODEP-DEP-2015-045860 du 26 janvier 2016

Par lettre citée en première 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 transmis par AREVA NC concernant la corrosion de la nuance d'acier retenu pour le nouvel évaporateur de l'atelier R7.

Ce dossier répond à des demandes transmises par l'ASN à AREVA NC en 2013, suite à l'instruction du dossier d'options de sûreté de ce nouvel évaporateur.

L'atelier R7 de l'usine UP2-800 est dédié à la vitrification des produits de fission et des actinides mineurs. Les effluents issus du traitement des gaz du procédé de vitrification sont concentrés dans un évaporateur de l'atelier puis réinjectés dans les solutions à vitrifier. En 2011, cet évaporateur a été mis à l'arrêt, après 22 ans de fonctionnement, suite à la mise en évidence, du fait des phénomènes de corrosion, de la diminution de l'épaisseur des parois de cet équipement ayant conduit à plusieurs percements. Suite à cette mise à l'arrêt, AREVA NC a engagé la fabrication d'un nouvel évaporateur, dans une nuance d'acier inoxydable différente de celle de l'équipement d'origine. Cette nouvelle nuance d'acier, bien que déjà employée dans les installations nucléaires, a nécessité une qualification de sa tenue à la corrosion pour cette application spécifique. En effet, les solutions traitées et les conditions de fonctionnement des évaporateurs conduisent à des phénomènes de corrosion particuliers pouvant varier d'une nuance d'acier à une autre.

Par ailleurs, un élément complexant le fluor présent dans les solutions traitées sera utilisé pour limiter les phénomènes de corrosion induits par la présence de fluor libre.

**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

Le dossier transmis par AREVA NC, qui s'appuie sur une approche essentiellement expérimentale, porte sur :

- la vérification de l'effet positif du complexant du fluor ajouté aux effluents et l'absence d'effet néfaste au fonctionnement du procédé ;
- la détermination de la morphologie et de la cinétique de corrosion de l'acier retenu dans des conditions représentatives du fonctionnement de l'évaporateur.

Les études relatives à l'ajout d'un complexant du fluor dans les solutions à traiter concluent, d'une part à la réduction des vitesses de corrosion, d'autre part à l'absence de conséquence sur le fonctionnement du procédé. Par ailleurs, par rapport au dossier d'options de sûreté du nouvel évaporateur, AREVA NC a modifié le point d'injection du complexant dans les évaporateurs, retenant à présent une injection en partie haute. Ceci limite les conséquences d'une éventuelle évaporation dans l'équipement du fluor. **Ces points n'appellent globalement pas de remarque de l'IRSN.** Par ses essais, l'exploitant n'a pas déterminé de cinétique précise de la complexation des ions fluorés par le nitrate d'alumine, mais l'IRSN estime, au vu des conditions d'injection du complexant retenues (charge initiale puis injection en continu en partie haute de la colonne), les valeurs obtenues restent représentatives des phénomènes en jeu.

Concernant l'étude de la corrosion de la nuance d'acier retenue dans la configuration de l'évaporateur, l'exploitant a mené un programme d'essais important dans des conditions variées. Ces essais ont été réalisés dans un pilote à échelle réduite de l'évaporateur, en utilisant des solutions définies à partir du retour d'expérience relatif aux caractéristiques des solutions d'effluents de l'atelier R7. Plusieurs configurations d'essais ont été utilisées (échantillons dans la phase liquide, dans la phase vapeur, à l'interphase ou au contact des parois) et pour plusieurs types d'échantillon (tôle laminées, tubes et éléments soudés).

L'IRSN estime que les essais réalisés étoffent grandement la connaissance de la corrosion de l'acier inoxydable retenu dans les conditions d'utilisation des évaporateurs.

Toutefois, pour l'IRSN, le caractère enveloppe des solutions utilisées lors des essais par l'exploitant doit être mieux étayé, en particulier concernant l'influence d'ions oxydants qui ont été négligée. Par ailleurs, l'influence de certains paramètres n'a pas été étudiée (présence de contraintes par exemple). **Aussi, l'IRSN estime que les cinétiques de corrosion déduites ne peuvent être complètement considérées comme enveloppe et des compléments devraient être apportés pour étudier l'influence de certains paramètres (ions oxydants, présence de contraintes résiduelles...).** Ceci fait l'objet de la recommandation n°1 de l'annexe au présent avis.

La définition des cinétiques de corrosion est un élément important dans la définition de la fréquence du programme d'inspection de l'évaporateur. Aussi, en l'état, une fréquence de contrôle élevée (typiquement annuelle) devrait être mise en place.

Les travaux de l'exploitant confirment le fait que l'acier retenu possède une bonne résistance à la corrosion généralisée dans les milieux susceptibles d'être rencontrés lors de l'exploitation de l'évaporateur. Ces essais révèlent également que cet acier est sensible à de la corrosion intergranulaire, avec une cinétique notablement plus élevée que celle de corrosion généralisée. Ce second mode de corrosion peut avoir de fortes disparités potentielles de cinétique selon les températures, le flux thermique ou la chimie des solutions (modifiée par exemple par la présence de dépôts). Ces disparités seront plus importantes que ce qui a été observé sur la nuance d'acier du précédent évaporateur.

**En tout état de cause, l'IRSN recommande que le programme d'inspection du nouvel évaporateur intègre la possibilité de détection de corrosion localisée, avec une morphologie potentiellement proche de la fissuration intergranulaire.** Ceci fait l'objet de la recommandation n°2 formulée en annexe au présent avis.

Ce phénomène de corrosion, qui a pu être observé dans le retour d'expérience industriel, pourrait se produire sur ce nouvel évaporateur et rendra plus complexe ce programme d'inspection. Ainsi, la nouvelle nuance retenue entraînera de facto des contraintes pour ce programme, qui devra faire appel à des moyens de contrôles pour le moment non mis en œuvre sur les évaporateurs de l'établissement de La Hague (détection de la corrosion localisée).

En conclusion, l'IRSN retient du programme expérimental réalisé par l'exploitant, que les phénomènes de corrosion dans le nouvel évaporateur de l'atelier R7 seront différents de ceux rencontrés jusqu'à présent, avec notamment une corrosion de type intergranulaire. Le suivi en service de cet équipement devra prendre en compte cette singularité. Par ailleurs, les cinétiques de corrosion déterminées par l'exploitant dans ce programme ne peuvent être en l'état considérées comme majorante. Aussi, une fréquence de contrôle de ces équipements élevée devra être prévue.

Pour le Directeur général et par délégation,

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

## Recommandations

### Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'AREVA NC poursuive ses études pour définir des vitesses de corrosion enveloppes pour les différentes parties de l'évaporateur et pour chaque mode de corrosion (généralisée ou CIG). Cette estimation devra s'appuyer, d'une part sur une meilleure caractérisation des solutions (teneurs en ions oxydants, platinoïdes, actinides et produits de fission, en entrée et sortie de l'évaporateur), d'autre part sur la justification, sur une base expérimentalement étayée, de l'influence de ces teneurs sur le type et les vitesses de corrosion.

L'IRSN recommande que le futur programme d'inspection intègre la possibilité de détection de corrosion localisée, avec une morphologie potentiellement proche de la fissuration intergranulaire.