

Fontenay-aux-Roses, le 24 octobre 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2016-00333

Objet : Etablissement AREVA NC de La Hague - Usine UP2-800 - Atelier R1
Rinçages aux carbonates de sodium à 1,1 mol.L⁻¹ de la boucle de dissolution

Réf. Lettre ASN CODEP-DRC-2016-028135 du 13 juillet 2016

Par lettre citée en référence, vous demandez l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la déclaration de modification, transmise par AREVA NC, relative à la mise en œuvre de rinçages aux carbonates de sodium à des concentrations en carbonates totaux inférieures ou égales à 1,1 mol.L⁻¹, de la boucle dite « de dissolution » de l'atelier R1 de l'usine UP2-800, comprenant le dissolvant roue, le désorbant à iode et le pot de mesure.

1 - CONTEXTE

Le procédé de dissolution en continu d'assemblages combustibles, mis en œuvre dans l'atelier R1 de cisailage/dissolution de l'usine UP2-800 de l'établissement AREVA NC de La Hague, entraîne la formation de dépôts de molybdate de zirconium (MoZr) et de fines (résidus du cisailage des gaines) contenant du plutonium et de l'uranium. L'accumulation de ces dépôts perturbe le fonctionnement du procédé (bouchage d'air-lift, difficulté de chauffe...). Aussi, l'exploitant réalise, pendant les arrêts d'exploitation de l'usine, une attaque chimique des dépôts par une solution basique permettant d'en solubiliser une partie. Ces opérations sont appelées « rinçages ». Depuis octobre 2010, l'exploitant met en œuvre des rinçages aux carbonates de sodium en appliquant une démarche d'augmentation progressive de la concentration en carbonates jusqu'à une valeur de 0,9 mol.L⁻¹ en limitant à 1 000 L le volume de solution de rinçage (rinçage de fond du dissolvant). A partir de 2014, le volume a été augmenté de manière à assurer une circulation de la solution carbonatée dans le dissolvant ou dans la boucle de dissolution.

Compte tenu des résultats favorables obtenus pour une concentration en carbonates au plus égale à 0,9 mol.L⁻¹, l'exploitant souhaite augmenter cette dernière jusqu'à 1,1 mol.L⁻¹ en conservant le même mode opératoire mis en œuvre depuis 2014.

A l'appui de sa déclaration, l'exploitant a transmis les résultats des derniers rinçages réalisés en 2015 (février et septembre) dans la boucle de dissolution de l'atelier R1 et une analyse des risques liés à

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

l'augmentation de la concentration envisagée ainsi qu'un projet de modification des règles générales d'exploitation (RGE).

2 - RINÇAGES AUX CARBONATES DE SODIUM REALISES EN 2015 DANS LA BOUCLE DE L'ATELIER R1

Les exigences de sûreté définies dans l'accord exprès d'août 2014 permettant d'assurer la maîtrise des risques liés aux surpressions ainsi que les dispositions définies pour assurer le maintien en solution des espèces solubilisées (U, Pu, Mo, Zr, poison neutronique) ont été respectées lors des rinçages effectués en 2015 et ont été intégrées aux consignes pour les futures opérations de rinçage, ce qui n'appelle pas de remarque. Seuls certains points sont détaillés ci-après.

Efficacité de rinçage

Pour rappel, l'efficacité des premiers rinçages réalisées avec un volume limité de solution carbonatée en fond du dissolvant s'est avérée très faible, et ce, malgré l'augmentation de la concentration en carbonates jusqu'à $0,9 \text{ mol.L}^{-1}$.

A partir de 2014, l'augmentation du volume de solution de rinçage a permis de mettre en circulation la solution et ainsi d'améliorer significativement l'efficacité des rinçages. Bien que la solubilisation des dépôts soit très inférieure à la valeur attendue d'après les essais de laboratoire, la masse de MoZr solubilisée est supérieure à celle récupérée lors des rinçages successifs à la soude et à l'acide.

L'efficacité de la solubilisation du MoZr obtenue pour les deux rinçages de 2015 est similaire aux valeurs obtenues depuis 2014 pour des concentrations en carbonates comparables. Le suivi des espèces solubilisées confirme la dissolution conjointe des éléments du dépôt (rapport $\text{Mo}/(\text{Zr}+\text{Pu})$ constant au cours du temps). La teneur maximale en plutonium dans le précipité de MoZr est conforme à l'attendu et ne dépasse pas 1,8 % en masse. **Ces différents résultats n'appellent pas de remarque.**

Maîtrise des surpressions

La neutralisation des carbonates de la solution de rinçage est réalisée par transfert de cette solution dans la cuve dite « relais » contenant de l'acide nitrique. La réaction produit un dégagement de dioxyde de carbone (CO_2) qui provoque une augmentation de pression dans la cuve, d'autant plus importante que le débit de transfert et la concentration en carbonates de la solution transférée sont importants.

En outre, le désamorçage du siphon en fin de transfert conduit à la vidange de la tuyauterie depuis son point haut, ce qui crée une augmentation ponctuelle (< 10 s) du débit de transfert et ainsi un pic de pression.

L'exploitant a développé un modèle du comportement aérodynamique de la ventilation de procédé assurant la mise en dépression de la cuve relais. Ce modèle s'appuie sur les mesures de pression relevées lors des rinçages aux carbonates de sodium de juillet 2012 et a été conforté, lors des rinçages suivants, par la bonne cohérence entre les dépressions mesurées et celles estimées, ces dernières étant légèrement enveloppes notamment du fait de certaines hypothèses relatives à la perte de charge des filtres (maximisée) ou aux volumes libres (minimisés) des cuves ayant en commun la même unité de ventilation.

Les rinçages de 2015 confirment le bon accord déjà observé lors des précédents rinçages. Ainsi, le bilan des rinçages, réalisés depuis 2014, du dissolvant seul ou de la boucle de dissolution, montre que,

pour une concentration en carbonates inférieure à $0,9 \text{ mol.L}^{-1}$, la cuve relais ainsi que les cuves ayant en commun la même unité de ventilation sont restées en dépression par rapport aux locaux dans lesquels elles sont implantées, y compris lors du désamorçage des siphons de vidange (excepté une mesure semblant aberrante). **Ceci n'appelle pas de remarque.**

Le surplus de solution de carbonates de sodium non utilisé est transféré depuis la cuve de préparation dans une cuve dite « de neutralisation » contenant de l'acide nitrique. Cette cuve ne contient pas d'élément radioactif. Elle est toutefois considérée au regard des risques d'anoxie lors du dégagement de CO_2 dans un local accessible au personnel.

Depuis l'ajout, en 2013, d'un diaphragme sur la ligne de transfert permettant un contrôle plus précis du débit de transfert de la solution, la cuve de neutralisation est maintenue en dépression pendant tout le transfert. Ceci s'est confirmé lors des rinçages de 2015. L'exploitant a également minimisé l'excès de solution de carbonates (500 L contre 1 300 L auparavant), ce qui réduit la durée de neutralisation.

Pour les prochains rinçages aux carbonates notamment à $1,1 \text{ mol.L}^{-1}$, le local contenant la cuve de neutralisation restera consigné pendant le transfert du surplus de solution carbonatée. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

Risques de stratification

Pour les rinçages de la boucle de dissolution, le volume important de solution carbonatée transféré dans la cuve relais conduit à une baisse importante de l'acidité de la solution d'acide nitrique. La densité du mélange diminue et devient proche de celle de la solution de rinçage aux carbonates transférée, ce qui accroît potentiellement le risque de stratification des deux solutions.

Toutefois, pour tous les rinçages réalisés depuis 2014, l'exploitant n'a pas observé d'inversion de densité des deux solutions mélangées, ce qui est satisfaisant.

3 RINÇAGES AUX CARBONATES DE SODIUM A UNE CONTRATION MAXIMALE DE $1,1 \text{ MOL.L}^{-1}$

Les différentes étapes de rinçage aux carbonates de la boucle de dissolution ou du dissolvant seul (préparation, attaque, vidange et neutralisation de la solution de rinçage) sont identiques à celles mises en œuvre dans l'atelier R1 à des concentrations en carbonates plus faibles. L'augmentation de la concentration en carbonates jusqu'à $1,1 \text{ mol.L}^{-1}$ conduit à un dégagement de CO_2 plus important au moment de la neutralisation de la solution dont l'incidence sur la maîtrise des risques de dissémination est examinée au paragraphe 3.1.

La concentration en carbonates plus importante devrait également augmenter l'efficacité de solubilisation des dépôts et, ainsi, augmenter la quantité de plutonium libéré. L'incidence de cette augmentation sur la maîtrise des risques de criticité est examinée au paragraphe 3.2.

3.1 ANALYSE DES RISQUES DE DISSEMINATION

Maîtrise des surpressions

L'exploitant considère que l'unité de ventilation assure un niveau suffisant de dépression dans la cuve relais recevant la solution carbonatée, quel que soit l'équipement vidangé, pour une concentration en carbonates au plus égale à $1,1 \text{ mol.L}^{-1}$. En effet, la dépression dans la cuve relais, estimée en régime stabilisé lors du transfert de la solution de rinçage aux carbonates de sodium, diminue d'un facteur 3

par rapport à une concentration en carbonates égale $0,9 \text{ mol.L}^{-1}$. Toutefois, pour une dépression initiale de -60 mmCE , la cuve reste légèrement en dépression par rapport aux locaux de la zone 4 (-8 mmCE).

L'augmentation de pression liée au désamorçage du siphon de transfert est également plus importante (facteur 2). Toutefois, celle-ci est de courte durée ($< 10 \text{ s}$). De plus, la surpression obtenue, y compris en fonctionnement incidentel (en cas de perte totale des extracteurs au moment du désamorçage du siphon), est très inférieure aux pressions minimales de dégorgement des gardes hydrauliques des tuyauteries en liaison avec la cuve relais et les autres cuves ayant en commun la même unité de ventilation.

La hauteur de remontée de liquide dans les tuyauteries plongeantes (tuyauterie de transfert, cannes de mesure et tuyauteries d'air reliées à un transmetteur) estimée en fonctionnement incidentel pour une concentration en carbonates de $1,1 \text{ mol.L}^{-1}$ est très inférieure à la plus faible altimétrie des organes de transfert en liaison avec les cuves étudiées. Ceci exclut le transfert incontrôlé de la solution de rinçage vers un autre équipement ou un local accessible aux personnels.

L'exploitant conclut que la maîtrise des risques de dispersion de matières radioactives est assurée pour une concentration en carbonates au plus égale à $1,1 \text{ mol.L}^{-1}$ sous réserve du respect des dispositions déjà mises en œuvre lors des rinçages aux carbonates à une concentration au plus égale à $0,9 \text{ mol.L}^{-1}$.

Compte tenu du faible niveau de dépression estimé en régime stabilisé (-8 mmCE), l'IRSN recommande que l'exploitant conserve l'approche prudente adoptée depuis le début de la mise en œuvre des rinçages aux carbonates, en limitant, dans un premier temps, la concentration en carbonate de sodium à $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$. Si le caractère enveloppe du modèle du comportement aérodynamique de la ventilation est confirmé pour cette concentration, les rinçages pourront alors être réalisés à une concentration au plus égale à $1,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

Risques de stratification

L'augmentation de la concentration de la solution de carbonates de sodium entre $0,9$ et $1,1 \text{ mol.L}^{-1}$ n'entraîne pas d'augmentation significative de sa densité. Toutefois, l'efficacité de solubilisations du précipité devant a priori augmenter, la densité de la solution en fin de rinçage pourrait être supérieure et se rapprocher encore plus de celle la solution d'acidification. L'IRSN considère que ceci justifie également de conserver l'approche d'augmentation progressive de la concentration en carbonates.

3.2 ANALYSE DES RISQUE DE CRITICITE

Pour mémoire, l'exploitant retient, pour les opérations de rinçages aux carbonates, un mode de contrôle de la criticité par la limitation de la concentration en plutonium dans les solutions. De plus, bien que le plutonium soit soluble en milieu carbonate, au titre de la défense en profondeur, un empoisonnement neutronique des solutions est mis en œuvre afin de garantir leur sous criticité en cas de précipitation de la totalité du plutonium libéré.

La concentration maximale en plutonium attendue dans la solution de rinçage et la concentration en poison neutronique nécessaire sont déterminées à partir du produit de la teneur maximale en plutonium dans le précipité et de l'efficacité de solubilisation du précipité de MoZr (% de Pu dans le précipité x masse de précipité dissous/L de solution de rinçage).

L'efficacité de solubilisation du MoZr (120 g.L^{-1}) retenue depuis la mise en œuvre des rinçages aux carbonates est déduite de résultats d'essais en laboratoire de dissolution d'un précipité synthétisé de MoZr, aux carbonates de sodium à une concentration en carbonates égale à $1,1 \text{ mol.L}^{-1}$. Cette valeur couvre le domaine de la présente déclaration de modification. La concentration maximale en plutonium actuellement considérée pour l'analyse des risques de criticité n'est donc pas modifiée. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

Dans le but de réduire la quantité de poison neutronique utilisée à chaque rinçage, l'exploitant souhaite retenir la teneur maximale en plutonium dans le précipité observée depuis la mise en œuvre des rinçages aux carbonates avec circulation de la solution, soit 1,8 % au lieu de 2,5 % actuellement retenue, valeur enveloppe des teneurs observées lors des rinçages aux carbonates limités à 1 000 L et des rinçages soude/acide (depuis 2007). Il conserve une efficacité de solubilisation du MoZr de 120 g.L^{-1} . L'IRSN rappelle à cet égard que l'efficacité de solubilisation du MoZr obtenue en laboratoire est très enveloppe (facteur > 4) des valeurs constatées lors des campagnes de rinçages. De ce fait, la concentration en poison neutronique reste en très large excès au regard de la masse de plutonium libérée et susceptible de précipiter. **Aussi, la prise en compte de la teneur maximale en plutonium dans le précipité égale à 1,8 % n'appelle pas de remarque.**

4 - CONCLUSION

L'IRSN considère que les dispositions déjà mises en œuvre lors des précédents rinçages aux carbonates de sodium et que l'exploitant prévoit de reconduire pour les rinçages à une concentration comprise entre $0,9$ et $1,1 \text{ mol.L}^{-1}$ sont convenables.

Toutefois, compte tenu du faible niveau de dépression estimé en régime stabilisé (-8 mmCE) pour une concentration en carbonates égale à $1,1 \text{ mol.L}^{-1}$, l'IRSN recommande que l'exploitant conserve l'approche prudente adoptée depuis le début de la mise en œuvre des rinçages aux carbonates, en limitant, dans un premier temps, la concentration en carbonates à $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$. Dans la mesure où le caractère enveloppe du modèle du comportement aérodynamique de la ventilation est confirmé pour cette concentration, les rinçages pourront alors être réalisés à une concentration au plus égale à $1,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

Pour le Directeur général, par ordre,
Marie-Thérèse LIZOT
Chef du Service de Sûreté des Transports
et des installations du Cycle du combustible