

Fontenay-aux-Roses, le 9 décembre 2013

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2013-00455

Objet : Établissement AREVA NC de La Hague
UP2-800 (INB 117) et UP3-A (INB 116)
Réception, déchargement, entreposage, transfert par le TIP et traitement de combustibles à base d'uranium de retraitement enrichi (URE)

Réf. : Lettre ASN CODEP-DRC-2013-037678 du 4 juillet 2013

Par lettre citée en référence, vous demandez l'avis et les observations de l'IRSN sur la déclaration de modification transmise par AREVA NC relative :

- à la réception, au déchargement, à l'entreposage et au transfert par le transfert inter-piscines (TIP) d'assemblages combustibles à base d'uranium de retraitement enrichi, dits « URE », de taux de combustion inférieur ou égal à 60 GWj.t^{-1} , d'enrichissement initial en ^{235}U (Ei) au plus égal à 4,5 % et de temps de refroidissement supérieur ou égal à 6 mois,
- au traitement de ces assemblages, pour un temps de refroidissement supérieur ou égal à 3 ans.

La réception de ces assemblages URE est prévue à partir de 2014. Ils proviennent de réacteurs français ou étrangers, de type REP ou REB. Pour rappel, la réception et l'entreposage de combustibles URE d'Ei au plus égal à 4,1 % sont pris en compte dans le référentiel de l'établissement de La Hague. Ainsi, environ 40 assemblages URE par an sont reçus et entreposés en piscines depuis les années 2000.

A l'appui de sa déclaration, l'exploitant a transmis les rapports provisoires de sûreté associés aux opérations précitées ainsi que le retour d'expérience d'une campagne de traitement de 4 assemblages URE réalisée fin 2006.

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 CARACTERISTIQUES DES COMBUSTIBLES URE

Les combustibles URE sont constitués de pastilles d'oxyde d'uranium de retraitement enrichi notamment en ^{235}U . Cet enrichissement peut être obtenu soit :

- par un procédé d'enrichissement : les teneurs des isotopes ^{232}U , ^{234}U , ^{235}U et ^{236}U de l'uranium de retraitement sont augmentées simultanément par rapport à celle de l' ^{238}U ;
- par mélange entre de l'uranium de retraitement et de l'uranium hautement enrichi. Dans ce cas, seule la teneur en ^{235}U est augmentée.

2 RECEPTION, DECHARGEMENT, ENTREPOSAGE EN PICINE ET TRANSFERT PAR LE TIP

Les opérations de réception, de déchargement et d'entreposage des assemblages URE en piscine, ainsi que celles de transfert par le TIP sont réalisées suivant les modes opératoires utilisés pour les assemblages à base d'uranium naturel enrichi (UNE) habituellement reçus à La Hague. Ces opérations sont prises en compte dans les rapports de sûreté des ateliers NPH, T0 et piscines C, D et E.

2.1 ANALYSE DE SURETE

Pour les analyses de sûreté, l'exploitant définit un combustible URE dit « de référence » dont les caractéristiques nucléaires, décrites en annexe au présent avis, sont enveloppes de celles des combustibles URE objets de la déclaration. **Ce combustible de référence n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

L'exploitant compare les caractéristiques du combustible URE de référence avec celles des combustibles UNE de référence (notamment UOX3) pris en compte dans les analyses de sûreté des ateliers NPH, T0 et piscines C, D et E. **Cette démarche n'appelle pas de remarque.**

Ainsi, à Ei et temps de refroidissement identiques, le combustible URE de référence est légèrement plus pénalisant que le combustible UOX3, pour ce qui concerne la puissance thermique et l'activité radiologique des matières.

2.1.1 RISQUES LIES AU DEGAGEMENT THERMIQUE

La puissance thermique du combustible URE de référence refroidi 6 mois (14,4 kW) dépasse celle spécifiée pour les assemblages reçus dans l'atelier NPH (8 kW) et les ateliers T0 et piscine D (10 kW). L'exploitant attribue ceci au caractère pénalisant du combustible URE de référence retenu. Par ailleurs, la procédure d'acceptation des matières entrantes dans les ateliers de l'établissement de La Hague permet de vérifier, au cas par cas, le respect des puissances thermiques maximales précitées. **Ceci est acceptable sur le principe.** Cette procédure repose sur plusieurs niveaux de contrôle permettant une validation préalable des caractéristiques des matières et une vérification des conditions de réception et d'entreposage.

La vérification faite par AREVA repose sur un calcul des masses résiduelles d'uranium et de plutonium réalisé à l'aide du code CESAR. En revanche, les puissances thermiques ne font pas l'objet de contre-calculs et la vérification est faite à partir des valeurs déclarées par l'expéditeur.

Les puissances thermiques des assemblages URE de faibles temps de refroidissement sont susceptibles de dépasser les limites admissibles dans les ateliers NPH, T0 et piscine D. Aussi, l'IRSN recommande que l'exploitant réalise, avant réception, une vérification des puissances thermiques des assemblages de combustible URE dont le temps de refroidissement est inférieur ou égal à 18 mois indépendante de celles déclarées par l'expéditeur.

2.1.2 RISQUES D'EXPOSITION EXTERNE

A épaisseur et nature de protection radiologique équivalentes, les débits d'équivalent de doses associés au combustible URE de référence refroidi 6 mois sont légèrement plus élevés que ceux obtenus pour le combustible UOX3 (+ 5 %). En considérant un temps de refroidissement de 9 mois pour le combustible URE de référence, les débits d'équivalent de doses (DED) obtenus pour le combustible UOX3 redeviennent enveloppes.

Pour des temps de refroidissement compris entre 6 et 9 mois, l'exploitant indique que, d'une part les écarts avec le combustible UOX3 sont faibles, d'autre part le modèle de calcul des DED est pénalisant.

Toutefois, l'IRSN rappelle que les calculs des DED réalisés pour la réception et l'entreposage des combustibles UOX3 concluent à un dépassement potentiel et localisé des limites de DED retenues à la conception des ateliers.

Aussi, l'IRSN estime que, pour la réception et l'entreposage des combustibles URE de faibles temps de refroidissement, l'exploitant devra réaliser un suivi dosimétrique renforcé des postes de travail susceptibles de présenter des dépassements de DED, d'une part par des mesures effectuées en début de campagne, d'autre part à l'aide des dosimètres opérationnels. *Ceci pourra faire l'objet de vérifications lors d'une inspection.*

2.1.3 RISQUES DE CRITICITE

Les isotopes pairs de l'uranium, présents en quantités plus importantes dans un combustible URE que dans un combustible UNE, se comportent comme des absorbants neutroniques. Aussi, pour un même Ei, un combustible URE non irradié est moins réactif qu'un combustible UNE non irradié.

Toutefois, la réactivité des combustibles URE diminue, en fonction du taux de combustion, moins vite que celle des combustibles UNE. Ainsi, un combustible URE irradié devient plus réactif que le combustible UNE équivalent à partir d'une certaine valeur de taux de combustion. Celle-ci est d'autant plus faible que la teneur initiale en ^{234}U de l'uranium est importante. Pour la teneur maximale en ^{234}U définie pour le combustible URE de référence, le taux de combustion minimal au delà duquel se produit cette « inversion » de réactivité est de l'ordre de 30 GWj.t^{-1} .

A cet égard, l'analyse de la sous-criticité des opérations de réception, de déchargement et d'entreposage des combustibles UNE est basée sur un taux de combustion minimal qui est au plus de l'ordre de 20 GWj.t^{-1} (UOX3). Pour ce taux de combustion, le combustible URE de référence est moins réactif que le combustible UOX3, de même Ei.

L'exploitant spécifie dans le projet de modification des règles générales d'exploitation (RGE) la teneur initiale maximale en ^{234}U de l'uranium ($\leq 0,17 \%$), **ce qui est satisfaisant**. Toutefois, ce projet ne reprend cette condition que pour les ateliers NPH et T0. Au cours de l'instruction, l'exploitant a transmis un nouveau projet de modification des RGE qui intègre les piscines C, D et E. **Ceci est satisfaisant.**

3 TRAITEMENT DES ASSEMBLAGES DE COMBUSTIBLE URE

3.1 ANALYSE DE SURETE

L'exploitant analyse l'incidence sur les démonstrations de sûreté réalisées pour les combustibles UOX3, du traitement des combustibles URE refroidis 5 ans. Ainsi, ce combustible URE est plus pénalisant que le combustible UOX3 refroidi 5 ans pour ce qui concerne l'activité alpha, l'émission neutronique due au plutonium, la teneur en ^{238}Pu et la puissance thermique.

3.1.1 RISQUES LIES AU DEGAGEMENT THERMIQUE

La puissance thermique maximale du combustible URE de référence conduit à dépasser les limites spécifiées pour les dissolveurs des ateliers R1 et T1, pour les cuves de réception du nitrate de plutonium séparé dans les ateliers R2 et T2 ainsi que pour l'oxyde de plutonium produit dans les ateliers R4 et T4.

L'exploitant indique que le respect des valeurs prescrites est vérifié lors de l'établissement du dossier d'acceptation de traitement (DAR). A partir de la liste des assemblages à traiter et de leurs caractéristiques, l'exploitant vérifie la faisabilité du traitement au regard des critères de sûreté. Si nécessaire, il définit des dispositions de traitement comme par exemple, un ordonnancement particulier de traitement des assemblages, un mélange des solutions de dissolution de combustibles URE avec des solutions de dissolution de combustibles UNE (type UOX2) ou une limitation de la cadence de traitement des combustibles URE. **Cette procédure, usuellement appliquée pour le traitement des combustibles, n'appelle pas de remarque.**

3.1.2 RISQUES DE DISPERSION DES MATIERES RADIOACTIVES ET D'EXPOSITION EXTERNE

Le combustible URE de référence diffère du combustible UOX3 essentiellement par les caractéristiques de l'uranium et du plutonium. Aussi, seuls les flux liés à ces éléments (nitrate et oxyde de plutonium et nitrate d'uranyle concentré) sont à considérer dans l'analyse des risques de dispersion.

Les conséquences radiologiques d'un rejet atmosphérique et hydrogéologique de plutonium ou d'uranium issus du traitement de combustibles URE refroidi 5 ans sont plus importantes que celles associées aux combustibles UOX3 de même temps de refroidissement. A cet égard, l'exploitant indique que le mélange des flux URE et UOX2, nécessaire au respect des puissances thermiques maximales et de la qualité produit de l'uranium, assure, pour une même quantité de matières rejetée, des conséquences radiologiques inférieures dans le cas du plutonium, et comparables dans le cas de l'uranium, à celles obtenues pour le traitement du combustible UOX3.

Toutefois, cette démonstration basée sur la dilution des solutions issues de combustibles URE par des combustibles UOX2 ne couvre pas l'ensemble des possibilités de traitement des combustibles URE. En effet, en adaptant les cadences de traitement, tous les combustibles URE objet du présent dossier peuvent être traités dans le respect des exigences thermiques, sans dilution. A cet égard, l'exploitant a indiqué que la limitation de la cadence de traitement visant au respect des exigences thermiques se traduirait par une diminution de la concentration en uranium et de la concentration en plutonium à la partition et qu'en cas de rejet, les conséquences radiologiques pour un même volume rejeté ne seraient pas supérieures à celles d'un combustible UOX3. **Ces compléments sont satisfaisants.**

3.1.3 RISQUES D'EXPOSITION EXTERNE

Les caractéristiques des rayonnements gamma de l'uranium et du plutonium associé au combustible URE de référence sont plus pénalisantes que celles des combustibles UOX3 de référence. De même, l'émission neutronique du plutonium issu du combustible URE de référence est plus importante.

L'exploitant montre que le mélange de solutions issues du combustible URE de référence refroidi 5 ans avec des solutions de dissolution de combustibles UOX2, conduit, à masse constante, à des débits d'équivalent de doses inférieurs à ceux obtenus pour du combustible UOX3.

Concernant les possibilités de traitement sans dilution (cf. 3.1.2), l'exploitant a justifié, au cours de l'instruction, que les adaptations de procédé nécessaires au respect des exigences thermiques du plutonium et des spécifications de produit fini du nitrate d'uranyle entraînent une diminution de la concentration en plutonium et en uranium compensant le caractère plus pénalisant du spectre des rayonnements gamma. **Ceci est satisfaisant.**

3.1.4 RISQUES DE CRITICITE

L'analyse des risques de criticité des opérations de traitement des combustibles UOX3 considère un taux de combustion minimal des combustibles, notamment pour les courbes de chargement des godets du dissolvant, dont la valeur la plus élevée est de l'ordre de 24 GWj.t^{-1} (UOX3).

Pour cette valeur, le combustible URE de référence est moins réactif que le combustible UOX3, l'inversion de réactivité ne s'observant qu'au-delà de 30 GWj.t^{-1} (cf. 3.1.4). Aussi, la démonstration de sûreté-criticité réalisée pour les combustibles UOX3 est applicable aux combustibles URE. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

3.2 INCIDENCE DU TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES URE SUR LE CYCLE DU COMBUSTIBLE

L'exploitant évalue l'incidence du traitement des combustibles URE sur les caractéristiques du nitrate d'uranyle et du plutonium issus du traitement des combustibles irradiés. De cette évaluation, il ressort qu'une dilution de l'uranium provenant du traitement des combustibles URE par de l'uranium issu de combustibles UOX3 est nécessaire pour respecter les spécifications retenues actuellement pour

l'uranium de retraitement, notamment celles relatives à la teneur en ^{232}U et à l'activité de l'uranium (due à la décroissance radioactive de l' ^{232}U). Pour rappel, ces spécifications sont notamment utilisées pour les études réalisées dans le cadre de l'analyse du cycle du combustible français.

A cet égard, pour le combustible URE de référence, le délai correspondant au dépassement de la limite d'activité de l'uranium est court, même en considérant une dilution importante de l'uranium issu des combustibles URE (entre 50 j et 180 j). Aussi, le traitement des combustibles URE est susceptible d'engendrer des contraintes nouvelles dans le cycle du combustibles français, voir d'entraîner une évolution des caractéristiques de l'uranium de retraitement.

Ce point n'a pas été considéré dans la version de 2008 du dossier d'analyse du cycle du combustible (période 2007 - 2017), pilotée par EDF et examinée en 2010 par les experts du groupe permanent usine.

Aussi, l'IRSN estime qu'une mise à jour du dossier d'analyse du cycle du combustible devrait être vous être transmise en préalable au traitement de combustibles URE.

4 RETOUR D'EXPERIENCE DE LA CAMPAGNE URE NECKAR

Une campagne de traitement de 4 assemblages URE (1,44 t) de type REP a été réalisée fin 2006 dans l'usine UP3-A. Cette campagne incluait également 20 assemblages UNE présentant des taux de combustion importants.

L'exploitant n'a pas noté de point particulier lors de cette campagne de traitement. S'agissant du retour d'expérience, la caractérisation des solutions de dissolution a permis de valider les calculs d'évolution réalisés à l'aide du code CESAR, excepté pour ce qui concerne la quantité de ^{238}Pu qui est sous estimée.

L'IRSN souligne que les calculs réalisés en support à l'analyse objet du présent avis, notamment ceux relatifs à la puissance thermique, n'ont pas pris en compte cette sous-estimation. L'exploitant a précisé que la version du code CESAR utilisée depuis avril 2013, sur l'établissement de La Hague, comporte des facteurs correctifs prenant en compte la sous-estimation constatée. Cette version sera utilisée dans la procédure DAR précitée pour le calcul de la puissance thermique des assemblages URE avant traitement. **Ceci est satisfaisant.**

5 CONCLUSION

L'IRSN estime que les dispositions de sûreté actuellement mises en œuvre dans les usines UP2-800 et UP3-A sont adaptées aux opérations de réception, de déchargement, d'entreposage, de transfert par le TIP et de traitement des combustibles URE dont les caractéristiques sont définies dans la déclaration de modification objet du présent avis.

L'IRSN recommande toutefois que l'exploitant réalise une vérification indépendante des puissances thermiques déclarées des combustibles URE devant être reçus dont le temps de refroidissement est inférieur ou égal à 18 mois.

En outre, l'IRSN estime que, pour la réception et l'entreposage des combustibles URE de faibles temps de refroidissement, l'exploitant devra réaliser un suivi dosimétrique renforcé des postes de travail susceptibles de présenter des dépassements de DED, d'une part par des mesures effectuées en début de campagne, d'autre part par les dosimètres opérationnels. *Ceci pourra faire l'objet de vérifications lors d'une inspection.*

Par ailleurs, la proposition de modification des RGE jointe à la déclaration de modification transmise par l'exploitant est incomplète, les critères d'acceptation des combustibles URE ne couvrant que les ateliers NPH et TO. Les mêmes dispositions doivent être définies pour les piscines C, D et E.

Enfin, l'IRSN estime qu'une mise à jour du dossier d'analyse du cycle du combustible devrait être vous être transmise en préalable au traitement de combustibles URE.

Pour le Directeur général de l'IRSN, et par délégation,
le Directeur adjoint de l'Expertise de Sûreté

Patrick COUSINOU

Pièce jointe : 1 annexe

Copies :

- M. le Directeur général de l'Autorité de sûreté nucléaire (envoi de l'original)
- M. le Directeur de l'ASN/DRC (2 exemplaires)
- M. le Chef de la Division ASN/Caen

Caractéristiques du combustible URE utilisées pour l'analyse de sûreté

Taux de combustion (hors risques de criticité)	≤ 60 GWj/t
Temps de refroidissement pour la réception et l'entreposage	≥ 6 mois
Temps de refroidissement pour le traitement	≥ 3 ans
Enrichissement initial en ²³⁵ U	≤ 4,5 %
Teneur initiale en ²³² U	≤ 21 ppb
Teneur initiale en ²³⁴ U	≤ 0,17 %
Teneur initiale en ²³⁶ U	≤ 1,98 %