

Fontenay-aux-Roses, le 31 mai 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2016-00173

Objet : AREVA TRICASTIN - SOCATRI - INB n° 138 (IARU)

Suites du réexamen de sûreté

Réponse à l'engagement E31 : mise à jour de la méthodologie de mesure de la masse d'uranium dans les colis de déchets.

Réf. : Lettre ASN CODEP-DRC-2016-004158 du 9 février 2016.

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis de l'IRSN sur la mise à jour de la note de méthodologie de mesure par spectrométrie gamma de la masse d'uranium dans les colis de déchets de l'INB n° 138 (IARU) du site AREVA du TRICASTIN, que le directeur général de la SOCATRI a transmise en décembre 2015. Les activités de la SOCATRI sont la maintenance d'équipements nucléaires et le traitement de déchets radioactifs.

Cette mise à jour, qui présente une nouvelle méthode de mesure, constitue la réponse de l'exploitant à son engagement E31 pris à la suite du réexamen de sûreté de l'INB n° 138, de « *transmettre, en préalable à la mise en œuvre de systèmes de spectrométrie gamma pour estimer la masse d'uranium par matériel, la méthode de détermination des incertitudes et du domaine de validité* ».

En effet, l'incertitude de mesure associée aux méthodes de mesure nucléaire peut être significative pour un colis de déchets du fait de la connaissance imparfaite de ses caractéristiques et il convient de tenir compte de cette incertitude dans la prévention des risques de criticité, afin de garantir que la masse de matière fissile (uranium ou ^{235}U) dans les colis de déchets est inférieure ou égale à la limite fixée. **Seule la prévention des risques de criticité est concernée par ce dossier.**

La méthode de mesure par spectrométrie gamma utilisée jusqu'à présent dans l'IARU est fondée sur la mesure des raies caractéristiques du rayonnement gamma émis par décroissance du ^{231}Th , produit de filiation de l' ^{235}U . L'utilisation de cette méthode de mesure a été jugée acceptable lors de l'instruction du dossier de réexamen de sûreté de l'INB n° 138 pour quantifier la masse d' ^{235}U dans les

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

colis de déchets appartenant à la catégorie TFA (très faible activité), c'est à dire ceux présentant une activité massique inférieure ou égale à 100 Bq/g. La marge entre la masse d' ^{235}U présente dans un colis de déchets TFA (de l'ordre de quelques grammes) et la limite de masse pour la prévention des risques de criticité, égale a minima à 100 g, a par ailleurs été considérée suffisante pour s'affranchir de la prise en compte de l'incertitude de mesure. Cette particularité n'est toutefois pas précisée dans les règles générales d'exploitation (RGE). **L'IRSN recommande de préciser dans les RGE que la vérification, par spectrométrie gamma, de la masse d' ^{235}U dans les colis de déchets d'activité massique inférieure ou égale à 100 Bq/g au titre de la prévention des risques de criticité peut, compte tenu des marges, être fondée sur la valeur mesurée non corrigée de l'incertitude de mesure (cf. premier point de la recommandation en annexe 1).**

En revanche, l'IRSN avait recommandé que l'incertitude de mesure soit prise en considération pour la détermination de la masse d'uranium et d' ^{235}U dans les colis de déchets d'activité massique supérieure à 100 Bq/g pour assurer la prévention des risques de criticité. Cette recommandation a conduit SOCATRI à prendre l'engagement précité.

Afin de réduire cette incertitude de mesure liée à l'auto-atténuation des rayonnements gamma dans l'uranium présent dans ces colis de déchets non TFA et leur atténuation par la matrice des déchets, l'exploitant prévoit l'utilisation d'une nouvelle méthode de mesure par spectrométrie gamma fondée sur la mesure des raies caractéristiques du rayonnement gamma émis par le $^{234\text{m}}\text{Pa}$ (raies à 766 keV et 1001 keV), produit de filiation de l' ^{238}U , qui sont de plus forte énergie que celle des raies émises par le ^{231}Th (raie à 185 keV). La mesure des raies émises par le $^{234\text{m}}\text{Pa}$ permet de déterminer la masse d' ^{238}U . La masse d' ^{235}U dans le colis sera déterminée à partir de la masse d' ^{238}U en retenant une teneur enveloppe en ^{235}U de l'uranium de 5 % et celle de l'uranium sur la base de la teneur en ^{235}U de l'uranium annoncée par le producteur du déchet. L'exploitant indique qu'il pourra, dans des cas particuliers, déterminer la masse d' ^{235}U sur la base de la teneur réelle en ^{235}U de l'uranium présent dans les déchets après vérification de cette teneur par analyse d'échantillons prélevés dans le colis.

La mise en œuvre des systèmes de mesure par spectrométrie gamma repose sur l'utilisation de logiciels de calculs qui tiennent compte des conditions de la mesure (distance, angle solide...) et la nature des déchets à caractériser (matrice, géométrie...). **L'IRSN considère que ces logiciels sont adaptés aux configurations de mesure rencontrées, compte tenu notamment des différentes géométries des colis de déchets à mesurer présents dans l'INB n° 138.** La garantie de la validité des résultats obtenus avec la nouvelle méthode de mesure nécessite de s'assurer, d'une part de la pertinence des paramètres saisis dans les logiciels d'interprétation, d'autre part du respect des conditions opératoires de mesure définies pour chaque type de colis de déchets. Ces opérations sont effectuées par un opérateur qualifié, les paramètres les plus sensibles à l'égard de la validité du résultat de mesure (matrice du déchet, géométrie du colis, cohérence de l'activité mesurée des différentes raies gamma...) étant vérifiés par une seconde personne également qualifiée. **L'IRSN considère que les doubles contrôles prévus par l'exploitant sont satisfaisants.** Ces doubles contrôles seront également réalisés lors de la réinterprétation des fichiers de résultats de mesure des

colis de déchets « historiques » de l'installation déjà caractérisés par spectrométrie gamma par mesure de la raie à 185 keV du ^{231}Th . **Ceci est satisfaisant.** Cette réinterprétation, effectuée en appliquant les post-traitements associés à la nouvelle méthode de mesure, permettra d'affecter à ces colis de déchets « historiques » une masse de matière fissile justifiée avec une méthode de mesure validée.

L'incertitude de mesure déterminée par l'exploitant pour cette nouvelle méthode de mesure par spectrométrie gamma est issue de la combinaison des trois sources d'incertitudes élémentaires prépondérantes, relatives respectivement à la répartition spatiale de la matière fissile dans le colis, au rendement de détection et au taux de remplissage du colis. Elle a été déterminée à une valeur de 65 % pour la matrice la plus défavorable susceptible d'être rencontrée dans les colis de déchets qui seront mesurés avec cette méthode de mesure, à savoir une matrice constituée de béton. **L'IRSN considère que l'exploitant a identifié de manière satisfaisante les principales sources d'incertitude de mesure et que les principes suivis pour leur estimation sont convenables.** L'exploitant retient de manière enveloppe une incertitude de 65 % pour la mesure de tous les fûts de déchets avec la nouvelle méthode de mesure, quelle que soit la matrice réelle des déchets.

Pour vérifier la validité de cette incertitude de mesure, l'exploitant s'appuie sur des mesures de fûts contenant divers types de déchets caractérisés à l'aide de pesées et d'analyses chimiques d'échantillons, méthode qui permet de connaître avec précision la masse d' ^{235}U et celle d'uranium présentes dans chacun d'eux. Des résultats de cette comparaison, il ressort que, en retenant la teneur réelle en ^{235}U de l'uranium présent dans les déchets, l'application de l'incertitude de mesure de 65 % conduit à surestimer systématiquement les masses d' ^{235}U et d'uranium présentes dans le colis mesuré. **Ainsi, l'IRSN considère que la nouvelle méthode de mesure permet d'estimer par excès, pour la prévention des risques de criticité, la masse de matière fissile dans les colis de déchets.** Cette nouvelle méthode constitue une amélioration pour la prévention des risques de criticité dans l'installation.

La qualification de cette méthode ne considère pas l'ensemble des types de déchets pouvant être mesurés par spectrométrie gamma dans l'installation (cas notamment des alumines d'EURODIF et des poussières de nettoyage des zones à déchets nucléaires). Nonobstant, l'exploitant procède usuellement à des analyses chimiques d'échantillons de ses déchets. **L'IRSN estime à cet égard que ces résultats d'analyses chimiques d'échantillons pourraient être utilisés pour compléter la base de qualification de la nouvelle méthode de mesure par spectrométrie gamma pour l'IARU (cf. observation n° 1 en annexe 2 du présent avis).**

Par ailleurs, la masse de matière fissile affectée aux colis de déchets « historiques » à la suite de la réévaluation du contenu de ces colis fondée sur la nouvelle méthode de mesure pourra nécessiter d'entreposer ces colis dans des conditions plus contraignantes qu'actuellement. **L'IRSN estime que le retour d'expérience correspondant devrait être présenté à l'ASN (cf. observation n° 2 en annexe 2 du présent avis).**

Les colis de déchets mesurés à l'aide de cette nouvelle méthode, considérés par l'exploitant comme moyennement contaminés en uranium, ont vocation à être entreposés, soit en respectant une densité de surface maximale admissible en ^{235}U (limitation de la masse d' ^{235}U par unité de surface) se traduisant par une masse maximale d' ^{235}U par colis et un nombre maximal de niveaux de gerbage des colis selon le type de colis, soit en îlots renfermant une masse d'uranium limitée à 17 kg d'après le dossier transmis. Selon leur formulation actuelle, les RGE permettent l'entreposage des colis de déchets mesurés par spectrométrie gamma uniquement dans trois zones de l'installation. D'autres zones sont toutefois susceptibles de recevoir des colis de déchets mesurés par spectrométrie gamma. **L'IRSN recommande que les RGE soient modifiées afin de spécifier que toutes les zones d'entreposage de colis de déchets gérées en densité de surface et zones d'entreposage en îlots peuvent recevoir des colis dont la masse de matière fissile retenue pour justifier le respect des limites de masse adoptées pour la prévention des risques de criticité a été mesurée par spectrométrie gamma (cf. deuxième point de la recommandation en annexe 1).**

Le respect de la limite de masse d' ^{235}U par colis sera vérifié en ajoutant au résultat de mesure l'incertitude associée. Ce principe n'est toutefois pas retenu par l'exploitant pour le contrôle de la masse d'uranium par îlot d'entreposage de colis de déchets, seule la valeur brute de la mesure (hors incertitude de mesure) étant prise en considération pour vérifier le respect de la limite de masse de 17 kg fixée dans les RGE. Or, cette valeur conduit, en tenant compte de l'incertitude de mesure de 65 %, à dépasser la masse sûre de 27 kg d'uranium, retenue dans l'installation pour des objets isolés neutroniquement. L'exploitant a indiqué en cours d'instruction qu'il retiendra pour ces îlots une limite de masse opérationnelle de 15 kg d'uranium sans tenir compte de l'incertitude de mesure afin de respecter, en appliquant l'incertitude de mesure, la masse sûre de 27 kg d'uranium précitée (soit 1 350 g d' ^{235}U en considérant la teneur en ^{235}U de l'uranium de 5 % retenue pour les calculs de criticité). L'exploitant a en outre mis en avant l'existence de marges permettant de garantir le maintien de la sous-criticité d'un îlot en cas de dépassement de la limite de masse d'uranium à la suite de l'introduction d'un colis de déchets « moyennement contaminés » dans un îlot renfermant déjà une masse de 27 kg d'uranium : répartition de l'uranium dans plusieurs colis, ces derniers n'étant pas gerbés. De plus, l'ajout d'un colis contenant 7 kg d'uranium (masse maximale envisagée compte tenu de la base de qualification de la nouvelle méthode de mesure) dans un îlot en limite de masse conduirait à une masse de 34 kg d'uranium dans l'îlot correspondant à la masse maximale considérée comme admissible en cas de double chargement (2 x 17 kg). **Compte tenu de ces éléments, l'IRSN considère que le choix d'une limite opérationnelle de 15 kg d'uranium (valeur brute de mesure) par îlot est acceptable.**

Comme indiqué précédemment, l'exploitant a maintenu dans les RGE la limite de 17 kg d'uranium par îlot, valeur de référence retenue dans l'ensemble de l'installation, mais qui ne fait pas partie de la démonstration de sûreté proposée. L'IRSN souligne que les RGE doivent définir le domaine de fonctionnement autorisé qui correspond à celui pour lequel la sûreté a été démontrée, c'est-à-dire une masse maximale d'uranium par îlot, incertitude de mesure comprise, correspondant à la masse sûre déterminée pour le milieu fissile de référence retenu, soit 27 kg. **Aussi, l'IRSN recommande que les RGE spécifient que la masse d'uranium ou d' ^{235}U par îlot d'entreposage de colis de déchets est**

limitée à respectivement 27 kg et 1350 g, incertitude de mesure comprise (cf. troisième point de la recommandation en annexe 1). La limite actuelle de 17 kg des RGE pour la valeur brute mesurée doit être considérée comme une limite opérationnelle supplémentaire dans les cas où l'exploitant justifierait une incertitude de mesure inférieure à 58,8 %.

Enfin, l'exploitant n'a pas défini de dispositions pour les colis de déchets dont le résultat de mesure par spectrométrie gamma conduirait à une masse d'uranium, incertitude comprise, supérieure à la masse sûre de 27 kg. La conduite à tenir pour gérer ce type d'écart figure dans les RGE actuelles pour les pièces (tuyauteries, pompes...) introduites dans l'installation, ces dernières devant alors être isolées de toute autre matière fissile, dans l'attente de leur caractérisation à partir d'analyses chimiques. Le terme « pièce » ne s'appliquant toutefois pas aux colis de déchets, l'IRSN recommande que les RGE précisent que les principes de gestion des pièces susceptibles de contenir plus de 27 kg d'uranium sont également appliqués aux colis de déchets dont la masse d'uranium mesurée par spectrométrie gamma dans l'installation SOCATRI est, incertitude de mesure comprise, supérieure à 27 kg (cas des colis ne respectant pas la limite opérationnelle de 15 kg d'uranium sans tenir compte de l'incertitude de mesure), dans l'attente de leur caractérisation par analyses chimiques (cf. quatrième point de la recommandation en annexe 1).

Le processus de caractérisation des colis de déchets est repris sous la forme d'un logigramme, intégré dans les consignes d'exploitation, présentant les limites de masse à respecter selon le type de colis de déchets. Ce logigramme ne présente toutefois pas la limite de masse de 100 g d'²³⁵U incertitude de mesure comprise pour les fûts de 30 L et les bidons filtrants de 30 L et de 50 L. L'IRSN considère que ces limites de masse devraient figurer dans ce logigramme (cf. observation n° 3 en annexe 2 du présent avis).

L'exploitant prévoit également de déterminer la masse de matière fissile dans les bidons filtrants de 10 L à l'aide de la nouvelle méthode de mesure par spectrométrie gamma. Cette évolution sera mise en œuvre dans le cadre de la procédure d'autorisation interne. Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN, la masse maximale d'uranium dans ce type de bidon filtrant étant du même ordre de grandeur que celle présente dans certains contenus faisant l'objet de la base de qualification de la nouvelle méthode de mesure.

Enfin, l'exploitant envisage également de mesurer par spectrométrie gamma les pièges chimiques (charbon actif et alumine) provenant de l'usine Georges Besse II. La caractérisation de ces pièges chimiques ne fait pas partie de la présente évaluation. En effet, le dossier relatif à la mesure de ces matériels a été instruit par l'IRSN en 2015 dans le cadre de la demande de modification du décret d'autorisation de création de l'INB n° 138 et les compléments que l'exploitant s'est engagé à transmettre à la suite de cette instruction ne figurent pas dans le dossier transmis par SOCATRI.

En conclusion, l'IRSN considère que le dossier de l'exploitant répond de manière satisfaisante à la problématique de sûreté liée à la prévention des risques de criticité ayant conduit à l'engagement E31 pris par l'exploitant lors de l'instruction du dossier de réexamen de sûreté de

l'INB n° 138, mais nécessite des compléments aux RGE. A cet égard, l'exploitant tient compte de manière satisfaisante de l'incertitude de mesure de la masse de matière fissile dans l'analyse des risques de criticité.

Sur la base du dossier fourni et des compléments transmis par l'exploitant, l'IRSN n'a donc pas d'objection à la mise en œuvre de la nouvelle méthode de mesure par spectrométrie gamma pour quantifier la masse d'uranium et celle d'²³⁵U contenues dans les colis de déchets solides d'activité massique supérieure à 100 Bq/g, sous réserve que l'exploitant tienne compte des recommandations formulées en annexe 1 du présent avis. Des observations complémentaires sont également formulées en annexe 2.

Pour le Directeur général et par délégation,

Jean-Michel FRISON,

Adjoint au Directeur de l'Expertise de Sûreté

Recommandation

L'IRSN recommande de modifier les RGE de manière à spécifier que :

- la vérification, par spectrométrie gamma, de la masse d' ^{235}U dans les colis de déchets d'activité massique inférieure ou égale à 100 Bq/g au titre de la prévention des risques de criticité peut, compte tenu des marges, être fondée sur la valeur mesurée non corrigée de l'incertitude de mesure ;
- toutes les zones d'entreposage de colis de déchets gérées en densité de surface et zones d'entreposage en îlots peuvent recevoir des colis dont la masse de matière fissile retenue pour justifier le respect des limites de masse adoptées pour la prévention des risques de criticité a été mesurée par spectrométrie gamma ;
- la masse d'uranium ou d' ^{235}U par îlot d'entreposage de colis de déchets est limitée à respectivement 27 kg et 1350 g, incertitude de mesure comprise ;
- les principes de gestion des pièces susceptibles de contenir plus de 27 kg d'uranium sont également appliqués, dans l'attente de leur caractérisation par analyses chimiques, aux colis de déchets dont la masse d'uranium mesurée par spectrométrie gamma dans l'installation SOCATRI est, incertitude de mesure comprise, supérieure à 27 kg.

Observations

1. L'IRSN estime que l'exploitant devrait mettre à profit les résultats de caractérisation par analyses chimiques des déchets menées dans le cadre de l'exploitation courante pour compléter la base de qualification de sa nouvelle méthode de mesure par spectrométrie gamma.
2. L'IRSN estime que l'exploitant devrait présenter à l'ASN, au titre du retour d'expérience, un bilan de la réévaluation de la masse de matière fissile des colis de déchets « historiques » dont les conditions d'entreposage initialement adoptées ont été remises en cause à la suite des mesures réalisées avec la nouvelle méthode de mesure par spectrométrie gamma. Ce retour d'expérience pourrait être présenté dans les bilans annuels de sûreté transmis à l'ASN.
3. L'IRSN estime que, dans les consignes d'exploitation, le logigramme présentant la gestion des colis de déchets devrait préciser que les fûts de 30 L et les bidons filtrants de 30 L et de 50 L doivent respecter une limite de masse de 100 g d'²³⁵U incertitude de mesure comprise.