

Fontenay-aux-Roses, le 10 mai 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de Sûreté Nucléaire

AVIS IRSN N° 2021-00076

Objet : Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra)
Centre de stockage de l'Aube (CSA) – INB n°149
Demande d'autorisation relative à la prise en charge de colis de sources scellées usagées de ⁶⁰Co de haute activité conditionnées en conteneurs SV34 et indémontable OTER

Réf. : Lettre ASN CODEP-CHA-2020-049530 du 12 octobre 2020

Par lettre citée en référence, vous demandez l'avis de l'IRSN sur le dossier transmis par l'Andra en support de sa demande d'autorisation, au titre des articles R593-55 à R593-58 du code de l'environnement et de la décision ASN n°2017-DC-0616, de prise en charge de colis de sources scellées usagées de haute activité au centre de stockage de l'Aube (CSA). Vous demandez notamment que soient examinées l'acceptabilité des sources pour un stockage dans ce centre ainsi que la maîtrise des risques liés aux opérations de réception et de conditionnement sur le site du CSA qu'entraînerait leur stockage.

1 – Contexte

La demande d'autorisation en objet porte sur la réception, le conditionnement et le stockage au CSA de 164 sources scellées usagées solides de cobalt 60 (⁶⁰Co, demi-vie évaluée à 5,27 ans¹) de haute activité. Leur enveloppe, constituée d'acier inoxydable non activé, est de forme oblongue. La majorité (134 sources) a été conditionnée dans sept conteneurs de type SV34. Ce modèle de conteneur a été conçu dans les années 1960 à des fins d'entreposage et de transport de sources scellées. Il est composé d'un corps cylindrique en acier inoxydable mesurant environ 1,1 m de diamètre, 1,5 m de haut et muni d'un couvercle amovible, d'une protection biologique en plomb et en uranium appauvri, de quatre oreilles de levage, d'un orifice d'évent en partie supérieure et d'un orifice de vidange en partie inférieure. A l'intérieur, les sources sont disposées verticalement dans les logements d'un panier adapté à leur taille, illustré par la figure en annexe au présent avis.

¹ D'après la base de données JEFF (Joint Evaluated Fission and Fusion) de l'agence pour l'énergie nucléaire (AEN)

Les conteneurs SV34 ont été équipés *a posteriori* d'une enceinte de confinement interne (EDCI) à l'exception de deux d'entre eux dont la cavité interne est contaminée en raison de pertes d'étanchéité de sources au cours de leur entreposage préalable en piscine. La demande d'autorisation en objet prévoit le transport unitaire de chacun des conteneurs SV34 au CSA, dans la surcoque de transport MANON. Chaque conteneur SV34 est ensuite reconditionné sur place (transfert dans des caissons de 5 m³ puis injection).

Le reliquat des sources en objet de la demande d'autorisation, au nombre de 30, se trouve à l'intérieur d'un irradiateur dénommé « OTER », de 0,95 m de diamètre et 1,3 m de haut, chargé initialement de 2 000 Curies (7,4.10¹³ Bq). Cet irradiateur, dont l'historique d'utilisation n'est pas connu, est entreposé depuis 2001 dans l'installation de CIS bio international qui l'a qualifié d'indémontable en 2016 en raison de tentatives d'ouverture infructueuses. Sa livraison au CSA est prévue dans un caisson de 5 m³ standard équipé d'un panier dit « TWB ² ».

La demande en objet intervient dans le cadre du désentreposage des sources de cobalt 60 de CIS bio international et fait suite à une précédente demande d'autorisation de prise en charge au CSA d'environ 8 000 sources et rebuts de fabrication, qui a fait l'objet en juillet 2019 de l'avis de l'IRSN n°2019-00179.

L'examen par l'IRSN des éléments transmis par l'Andra appelle les commentaires suivants.

2 – Caractéristiques des sources

Les sources de ⁶⁰Co en objet de la présente demande d'autorisation ont été produites en réacteur par activation neutronique de cobalt stable sous forme de disques ou de grains. Au préalable, certains de ces éléments ont été enrobés d'une couche de 5 µm d'épaisseur de nickel stable engendrant, par activation conjointe, une activité en nickel 59 (⁵⁹Ni, demi-vie évaluée à 76 000 ans ± 5 000 ans¹) et en nickel 63 (⁶³Ni, demi-vie évaluée à 98,7 ± 2,4 ans¹).

Les activités en ⁵⁹Ni et ⁶³Ni des sources ont été estimées, comme dans le dossier en support à la demande d'autorisation de prise en charge et de stockage de sources acceptée en 2019, selon une démarche basée sur la corrélation avec leur activité en ⁶⁰Co. L'Andra considère notamment que toutes les sources de l'inventaire sont constituées de grains enrobés de nickel, ce qui maximise le rapport des quantités nickel/cobalt, exposés à un flux neutronique correspondant au flux moyen observé en sein des réacteurs Célestin pendant une durée d'irradiation de 2 400 jours. **L'IRSN estime, comme dans son avis n°2019-00179 précité, que cette méthode permet bien d'aboutir à des estimations enveloppes des activités en ⁵⁹Ni et ⁶³Ni des sources ayant été fabriquées dans les réacteurs Célestin.** Par ailleurs, à l'instar des sources en objet de la demande acceptée en 2019, certaines sources en objet de la présente demande d'autorisation ont été produites au sein de réacteurs étrangers pouvant présenter un flux neutronique au maximum d'un ordre de grandeur supérieur à ceux des réacteurs Célestin. L'IRSN rappelle que, compte tenu du caractère très enveloppe des hypothèses considérées (rapport des quantités du nickel et du cobalt stables, durée de passage en réacteur supérieure aux durées effectives d'irradiation dans les réacteurs étrangers), **il considère que la méthode retenue pour l'estimation des activités en ⁵⁹Ni et ⁶³Ni est également valable pour les sources produites à l'étranger.**

² Dénomination commerciale du panier utilisé

3 - Maîtrise des risques liés aux opérations de réception et de conditionnement des sources

Description des opérations de réception et de conditionnement

Les sources sont réceptionnées au CSA dans le conteneur SV34, lui-même situé dans la surcoque MANON. A son arrivée, le camion de transport est dirigé, après contrôle documentaire, vers le bâtiment de transit (option de référence) ou vers le hall de réception des caissons (C024) au sein de l'Atelier de Conditionnement des Déchets (ACD) (option alternative). La bâche de la remorque est ouverte pour permettre le désarrimage de la remorque puis la sortie de tracteur du bâtiment. La surcoque MANON est déposée au sol, puis son couvercle est déboulonné, élingué et à son tour déposé au sol. Le conteneur SV34 est alors transféré dans un caisson de 5 m³ spécifiquement conçu pour ce type de conteneur. Le capot amortisseur présent sur le conteneur SV34 est ôté, puis le caisson de 5 m³ est fermé. Le caisson contenant les sources est ensuite transporté au local C024 pour être injecté puis stocké selon les procédures en vigueur au CSA. L'Andra indique que des contrôles physiques et radiologiques (débit d'équivalent de dose, activité surfacique) seront effectués sur le tracteur et la remorque après leur arrivée, sur la surcoque MANON (avant, pendant et après son déchargement, son ouverture et sa fermeture), sur le conteneur SV34 (avant et après son retrait de la surcoque MANON) et sur le caisson de 5 m³ (après injection et avant stockage).

S'agissant de l'irradiateur, des contrôles de l'activité surfacique sont effectués sur le caisson de 5 m³ avant expédition et à réception au CSA. Le caisson est ensuite déchargé directement dans le local C024 pour être injecté puis stocké selon les procédures existantes du CSA.

Radioprotection des travailleurs en fonctionnement normal

L'IRSN constate que les dispositions de protection des travailleurs prévues par l'Andra contre l'exposition aux rayonnements ionisants reposent sur les mêmes principes que celles retenues dans le dossier en support à la demande d'autorisation de prise en charge et de stockage de sources acceptée en 2019. L'IRSN relève en outre que les évaluations prévisionnelles de dose présentées par l'Andra dans le présent dossier sont faibles. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Risques liés à la dissémination de substances radioactives en fonctionnement normal

S'agissant des cinq conteneurs SV34 au sein desquels une enceinte de confinement interne (EDCI) a été ajoutée, les dispositifs d'étanchéité sont constitués du double-joint de l'EDCI ainsi que du double-joint du conteneur SV34, chaque double-joint ayant, de façon complémentaire, la fonction d'assurer le confinement et de permettre des contrôles d'étanchéité. Lors de la mise en place de l'EDCI, les joints des conteneurs ont été changés et différents contrôles d'étanchéité ont été effectués. S'agissant des deux SV34 sans EDCI, l'étanchéité repose sur les parties du conteneur d'origine (i.e. corps du conteneur, couvercle muni d'un double-joint d'étanchéité, dispositifs d'étanchéité associés aux orifices de drainage et d'évent). Les joints du couvercle de ces deux SV34 n'ont pas été changés depuis leur dernier chargement, respectivement en 1994 et 1996. Toutefois, des essais attestant de leur étanchéité ont été effectués en 2021, dans le cadre de l'obtention des autorisations nécessaires à leur transport. De façon plus générale, l'Andra a précisé au cours de la présente instruction qu'un test d'étanchéité à l'air de l'espace inter-joint du couvercle de chaque conteneur SV34 sera effectué et que l'ensemble des justificatifs associés à ces contrôles lui sera transmis avant la livraison des colis. Ces tests s'ajoutent aux contrôles de contamination qui seront réalisés au CSA au cours des opérations de réception et de conditionnement. **L'IRSN considère que la barrière de confinement constituée par le conteneur SV34 et les contrôles prévus constituent des dispositions acceptables de maîtrise du risque de dissémination de substances radioactives durant les opérations de réception et de conditionnement en fonctionnement normal.**

La composition et la configuration interne de l'irradiateur en objet de la présente demande d'autorisation ne sont pas connues. L'Andra considère que la maîtrise de la dissémination de substances radioactives est portée

par le caractère indémontable de cet irradiateur. Elle a précisé au cours de l’instruction que deux tentatives de retrait du bouchon infructueuses, suivies de contrôles de non contamination, avaient été effectuées par CIS bio international. En outre, l’Andra indique qu’un dispositif de renfort, fixé sur le corps de l’irradiateur, a été mis en place pour bloquer mécaniquement l’ouverture du bouchon. L’IRSN convient que l’absence de contamination lors des tentatives d’ouverture de l’irradiateur et le dispositif de renfort ajouté rendent très improbable son ouverture en situation normale. Par ailleurs, les contrôles de contamination surfacique réalisés avant expédition et à la réception du caisson contenant l’irradiateur permettront de s’assurer de l’étanchéité de l’irradiateur. **Eu égard aux éléments qui précèdent, l’IRSN estime que les dispositions de maîtrise du risque de dissémination retenues pour l’irradiateur au cours des opérations de réception et de conditionnement en fonctionnement normal sont satisfaisantes.**

Risques liés à la dissémination de substances radioactives en cas de chute

La démonstration de sûreté de l’Andra relative à la maîtrise du risque de dissémination en cas de chute d’un conteneur SV34 muni d’une EDCI repose sur les tests de chute réalisés dans le cadre du dossier en support à l’ancien agrément de transport du type B établi pour des conteneurs SV34 « d’origine », c’est-à-dire sans EDCI³. Ces tests consistaient en plusieurs essais de chute (à 9 m de hauteur (i) à plat sur génératrice, (ii) sur le dessus, (iii) sur le fond et à 1 m de hauteur sur poinçon) réalisés sur d’autres modèles d’emballage similaires aux SV34. Il en résultait que les dommages en cas de chute se limiteraient à des déformations de l’enveloppe externe, sans percement ni déchirure, et que le couvercle serait maintenu en place. Compte tenu, d’une part, de la hauteur maximale de manutention des SV34 au CSA de 2,5 m, inférieure à la hauteur des essais de chute précités, et d’autre part, de l’apport par l’EDCI d’une garantie supplémentaire d’étanchéité démontrée dans le cadre de l’agrément en vigueur de transport des SV34 avec EDCI sur voie publique dans la surcoque de transport MANON, **l’IRSN convient que le confinement offert par les conteneurs SV34 munis d’une EDCI devrait être préservé en cas de chute au cours des opérations de réception et de conditionnement sur le site du CSA.**

S’agissant des deux SV34 sans EDCI, qui contiennent des sources non étanches, l’Andra se réfère à l’analyse des risques de dissémination en cas de chute d’une hauteur de 2,5 m établie sur la base des essais de chute précités, en vue des opérations de transport interne sur le site de Saclay. Or, cette analyse conclut que les déformations du colis, même si elles ne remettent pas en cause son intégrité générale, ne permettent pas de démontrer que la barrière de confinement reste intacte. En outre, l’IRSN estime que les joints du couvercle des SV34 sans EDCI n’ayant pas été changés depuis leur chargement en 1994 et 1996, leur fissuration en cas de chute ne peut pas être exclue. Aussi, une fuite consécutive à une chute sur le site du CSA ne peut effectivement pas être écartée.

Cette absence de démonstration de la maîtrise des risques de dissémination en cas de chute devrait, sur le plan des principes, conduire à la reprise du conditionnement de ces sources. L’IRSN regrette à cet égard que les installations nucléaires adaptées à ce type d’opérations, qui impliquent notamment de retirer les sources des conteneurs, soient aujourd’hui démantelées et que le producteur n’ait donc plus cette capacité. Toutefois, l’IRSN considère que la tenue mécanique mise en évidence par les essais précités permet d’écarter une ouverture franche du couvercle du SV34 sans EDCI lors d’une chute au cours des opérations de manutention prévues au CSA. Le maintien du couvercle et des joints sur le corps du conteneur devrait ainsi limiter notablement le relâchement d’activité. De même, la forme solide du ⁶⁰Co que les sources contiennent limite la fraction d’activité qui serait mise en suspension en cas de chute. En outre, l’Andra a indiqué au cours de l’instruction qu’elle retient des dispositions supplémentaires de limitation de la hauteur (2 m au maximum) et de la distance de manutention (surcoque MANON positionnée au plus près du caisson 5 m³), et qu’elle effectuera une vérification intégrale de la chaîne cinématique avant manutention. Aussi, l’IRSN estime qu’en cas de relâchement de substances

³ Le dernier agrément du type B pour le modèle de colis SV34 a expiré en 2000. Depuis 2015, les conteneurs SV34 ne sont autorisés à être transportés que s’ils sont munis d’une EDCI et chargés dans la surcoque MANON, l’ensemble étant agréé en tant que modèle de colis du type B. Les deux SV34 sans EDCI sont prévus pour être transportés jusqu’au CSA sous arrangement spécial.

radioactives dû à une chute d'un conteneur SV34 sans EDCI lors des opérations de manutention, celui-ci devrait être très faible. Selon ses propres estimations de conséquences radiologiques pour un travailleur sur la base d'hypothèses enveloppes, une exposition sur une durée d'environ une minute serait au plus de l'ordre du mSv. L'Andra a en outre précisé au cours de l'instruction que les consignes des agents présents dans le bâtiment indiqueront l'évacuation immédiate en cas de chute. **Aussi, l'IRSN considère que l'exposition des travailleurs en cas de chute d'un conteneur SV34 sans EDCI serait faible**

S'agissant de l'irradiateur, celui-ci est manutentionné au sein du caisson de 5 m³ dans lequel il est livré au CSA, à une hauteur ne dépassant pas 1,20 m. L'Andra indique que la démonstration relative à la maîtrise de la dissémination en cas de chute repose sur les dispositions en vigueur sur le centre pour la prise en charge des caissons à injecter. Par ailleurs, le caisson prévu pour abriter l'irradiateur a fait l'objet d'un essai de chute à 1,20 m, dont les résultats montrent le maintien de son intégrité. **Ceci n'appelle pas de commentaire de la part de l'IRSN.**

Risques liés à l'incendie

Dans son dossier en support à la présente demande d'autorisation, l'Andra indique que la charge calorifique est limitée à proximité des colis (le tracteur du camion est évacué préalablement aux opérations de déchargement, les armoires électriques sont à plus de 5 m de la zone de conditionnement) et que des moyens d'intervention adaptés à la lutte contre l'incendie sont disponibles à proximité des colis. **Ces dispositions n'appellent pas de remarque.**

En conclusion, l'IRSN considère qu'il n'y a pas d'élément rédhibitoire à la réception et au conditionnement des conteneurs SV34 et de l'irradiateur au CSA. En revanche, comme dans son avis 2019-00179, l'IRSN rappelle que le bâtiment de transit n'est pas ventilé et que ses parois en bardage métallique ne constituent pas une barrière de confinement robuste. L'IRSN considère donc que le bâtiment de transit n'a pas vocation à entreposer sur des durées longues une grande quantité de substances radioactives et qu'en cas d'incident de dissémination de substances radioactives, des solutions pérennes autres que l'entreposage des conteneurs défailants dans ce bâtiment devront être définies.

4 – Acceptabilité des sources en stockage

L'acceptation au CSA de sources scellées pour leur stockage est régie par les exigences définies dans les prescriptions techniques (PT) et les spécifications d'acceptation du centre. Par la présente demande d'autorisation, l'Andra demande une dérogation aux PT et aux spécifications d'acceptation pour les écarts suivants :

- présence d'uranium appauvri en tant que protection biologique des colis ;
- dépassement du 1/10^{ème} de la limite maximale d'activité (LMA) en ⁶⁰Co ;
- dépassement de la limite d'activité des sources (LAS) en ⁶³Ni ;
- présence de vide dans les colis.

Les spécifications techniques d'acceptation des colis de sources scellées précisent que les colis contenant des sources ne contiendront pas d'autres déchets radioactifs. Dans le cas présent, 8 tonnes d'uranium appauvri sont intégrées aux conteneurs SV34 à des fins de protection biologique. L'Andra indique que l'activité massique totale des isotopes radioactifs de l'uranium (2,01.10³ Bq/g) respecte la LMA par colis en émetteurs α à 300 ans des PT (3,7.10³ Bq/g). **Dans ces conditions, l'IRSN estime que la présence d'uranium appauvri dans les colis contenant les sources scellées de ⁶⁰Co ne constitue pas un obstacle à leur stockage.**

S'agissant du dépassement du $1/10^{\text{ème}}$ de la LMA en ^{60}Co , l'activité massique en ^{60}Co calculée au 01/01/2017 est de $2,45 \cdot 10^7$ Bq/g pour le colis le plus actif alors que le $1/10^{\text{ème}}$ de la LMA pour ce radionucléide est de $1,3 \cdot 10^7$ Bq/g. Toutefois, la période de ^{60}Co étant courte (5,27 ans), tous les colis respecteront ce critère dès 2022. L'Andra considère ainsi que le respect du critère de $1/10^{\text{ème}}$ de la LMA pour le ^{60}Co n'est pas pertinent pour juger de l'acceptabilité des colis vis-à-vis de la sûreté à long-terme. Compte tenu du fait que le colis présentant l'activité la plus élevée respectera la limite de $1/10^{\text{ème}}$ de la LMA dans un délai de l'ordre d'1 an, **l'IRSN convient que le non-respect du critère de $1/10^{\text{ème}}$ de la LMA pour le ^{60}Co ne constitue pas un obstacle à la prise en charge des colis de sources en objet de la présente demande d'autorisation.**

La demande de dérogation au respect de la LAS en ^{63}Ni figurant dans les spécifications techniques d'acceptation des colis de sources scellées⁴ concerne dix sources de l'inventaire en objet du présent dossier. Pour rappel, la LAS d'une source est la limite d'activité au-dessus de laquelle l'estimation de l'impact radiologique associé au scénario de récupération de la source stockée le plus pénalisant (mise en poche, conservation en tant que bibelot, destruction, ingestion...), dans le cadre d'une intrusion humaine, dépasse 1 mSv. Cette limite a été instaurée dans la mesure où les caractéristiques physiques des sources permettent a priori de confiner l'essentiel des matières qu'elles contiennent sur une longue durée, les rendant ainsi a priori vulnérables aux scénarios de récupération. Pour justifier le stockage au CSA des sources ne respectant pas la LAS en ^{63}Ni , l'Andra écarte, à l'instar du dossier en support à sa demande d'autorisation de prise en charge et de stockage de sources de ^{60}Co examiné par l'IRSN en 2019, les scénarios d'ingestion des sources de grande dimension. L'IRSN rappelle à cet égard que la partie radioactive des sources se trouve sous forme de fragments (grains, cylindres) dont l'ingestion ne peut être exclue dans le cadre d'un scénario de récupération. L'IRSN estime sur la base de ses propres calculs qu'un tel scénario conduirait à un impact de l'ordre de 1 mSv au maximum. L'IRSN constate que ce résultat est du même ordre de grandeur que la limite indiquée dans la législation française⁵. Eu égard au degré de conservatisme important de cette estimation d'impact, en particulier en lien avec l'hypothèse d'ingestion de la totalité des fragments contenus dans une source, **l'IRSN considère que le dépassement de LAS relevé ne présente pas un caractère rédhibitoire à leur acceptation en stockage.** Concernant le ^{59}Ni , pour lequel il n'existe pas de LAS dans les PT ou dans les spécifications d'acceptation du CSA, l'IRSN estime, sur la base de ses propres estimations, que l'impact engendré par les scénarios de récupération serait de l'ordre de 1 μSv dans le cas de l'ingestion complète d'une source. **Les activités en ^{59}Ni des sources ne font donc pas obstacle à leur acceptation en stockage.**

Enfin, la RFS III.2.e⁶ et les PT (n° II.2.3.2) disposent que le remplissage du volume utile des colis à destination du CSA doit être aussi complet que possible. L'Andra indique que des vides subsistent à l'intérieur des conteneurs SV34 et de l'irradiateur en objet de la présente demande d'autorisation, bien qu'ils représentent moins de 1% du volume final (5 m^3). Elle précise que le remplissage de ces vides nécessiterait l'ouverture des conteneurs et de l'irradiateur, ce qui présenterait des difficultés et des risques trop importants au regard de l'intérêt d'une telle opération. L'IRSN estime que le pourcentage de vide restant dans les colis n'est pas de nature à engendrer un défaut de stabilité des colis en stockage et **convient que ce vide restant ne nécessite pas la mise en œuvre de disposition particulière pour un stockage au CSA.**

⁴ L'IRSN rappelle que les limites d'activité pour les ^{63}Ni et ^{59}Ni ne sont pas prescrites par les PT mais ont été déterminées par l'Andra selon une méthodologie similaire à celle retenue pour définir les LAS des radionucléides à vie courte. En particulier, le scénario le plus pénalisant ne doit pas conduire à un impact supérieur à 1 mSv.

⁵ Code de la santé publique (article R1333-11)

⁶ RFS : Règles fondamentales de sûreté relatives aux installations nucléaires de base autres que réacteur ; Tome III : Production, contrôle et traitement des effluents et déchet ; Chapitre 2 : Déchets radioactifs

5 - Conclusion

L'IRSN considère que l'inventaire des sources en objet de la présente demande d'autorisation ne présente pas de caractéristique rédhibitoire à leur stockage au CSA vis-à-vis de la sûreté long-terme de cette installation et que les dispositions de maîtrise des risques prévues par l'Andra pour les opérations de réception et de conditionnement au CSA sont globalement satisfaisantes

ANNEXE A L'AVIS IRSN N° 2021-00076 DU 10 MAI 2021

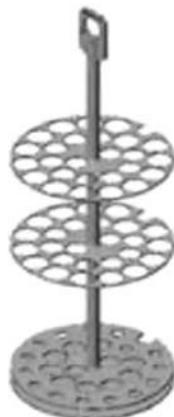


Figure : panier interne au SV34 prévu pour accueillir les sources livrées au CSA en conteneur de type SV34.