

Fontenay-aux-Roses, le 31 mai 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00117

Objet : CEA/Cadarache - INB n°37B
Données de base relatives aux résidus de procédés de l'installation en vue de leur conditionnement en colis de déchets

Réf. : Lettre ASN CODEP-DRC-2022-009556 du 24 février 2022.

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la pertinence de la stratégie retenue par le Commissariat à l'Énergie atomique et aux énergies alternative (CEA) pour établir les données de base relatives aux résidus de procédés présents dans les capacités¹ de l'installation nucléaire de base (INB) n°37B. Ces données de base serviront notamment au CEA pour démontrer la faisabilité du procédé de traitement de ces résidus prévu d'être mis en œuvre dans un futur atelier de traitement (AdT). Le traitement des résidus de l'INB n°37B s'inscrit dans le cadre de son démantèlement. Ainsi, la présente expertise entre dans le cadre de la démarche mise en œuvre par l'ASN visant à contrôler l'avancement et les organisations mises en place par les exploitants pour le suivi des projets de démantèlement complexes.

De l'expertise des documents mis à disposition par le CEA, tenant compte des informations complémentaires recueillies au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux éléments développés ci-après.

1. CONTEXTE

L'INB n°37B avait pour fonction le traitement des effluents liquides radioactifs issus notamment des installations du CEA implantées sur ses sites de Cadarache, de Saclay ou de Fontenay-aux-Roses. Elle accueillait des procédés de traitement des effluents émetteurs « bêta-gamma » (par évaporation) et des effluents émetteurs « alpha » (par prétraitement chimique puis filtration). Les concentrats d'évaporation et les boues de filtration issus des traitements étaient bloqués par un liant hydraulique, puis conditionnés respectivement en conteneur 870 L ou en conteneur en béton, avant entreposage dans l'INB n°56, puis dans l'INB n°164, toutes deux implantées sur le site de Cadarache. Les distillats résultant de ces opérations étaient entreposés dans des cuves, avant d'être transférés vers la station d'épuration des effluents industriels du site de Cadarache.

¹ Le terme « capacité » regroupe les cuves servant ou ayant servi à l'entreposage de produits liquides et les équipements contenant ou ayant contenu des liquides nécessaires au fonctionnement des procédés.

Depuis le 1^{er} janvier 2014, l'INB n°37B est définitivement arrêtée et seules des opérations de surveillance et de contrôle y sont réalisées. À l'occasion de cet arrêt, toutes les cuves de l'installation n'ayant pas été rincées, certaines d'entre elles contiennent encore des résidus radioactifs. Le projet d'AdT susmentionné vise à reprendre et conditionner ces résidus dans une matrice cimentaire, afin de constituer des colis destinés à être évacués vers des installations de stockage définitif.

Dans ce contexte, l'ASN demande plus particulièrement l'avis de l'IRSN sur la stratégie retenue par le CEA concernant, d'une part la stratégie de caractérisation des résidus présents dans les capacités de l'INB n°37B, d'autre part la stratégie envisagée pour leur conditionnement futur en colis de déchets.

2. CARACTERISATION DES RESIDUS

2.1. DEMARCHE DE CARACTERISATION DES RESIDUS

Compte tenu du nombre important de capacités abritées par l'INB n°37B (133 au total), le CEA précise que la totalité des capacités ne peut être investiguée de façon exhaustive, qui plus est sur une durée raisonnablement limitée. Il a donc identifié des capacités dites « de référence » (il s'agit en pratique de cuves), qu'il considère représentatives d'un ensemble de capacités ayant eu une même fonction dans les procédés mis en œuvre dans l'installation (réception des effluents, traitement, entreposage, etc.). Ces cuves de référence ont fait l'objet d'investigations spécifiques pour en déterminer notamment l'activité massique et le spectre radiologique qui les caractérisent, ainsi que les éléments chimiques présents dans les résidus qu'elles contiennent. Le CEA a ainsi réparti les 133 capacités de l'INB n°37B en sept groupes, en tenant notamment compte de l'historique de fonctionnement de l'installation et des évolutions de procédé survenues au cours du temps. Il considère sur cette base que les capacités rassemblées dans un même groupe sont caractérisées par des propriétés radiologiques comparables des résidus qu'elles renferment. Ces sept groupes sont en pratique définis par un couple [« spectre étude » de référence / activité radiologique massique d'une cuve de référence investiguée]. **L'IRSN estime que la démarche retenue par le CEA pour définir les groupes de capacités en vue d'une première caractérisation des résidus qu'elles contiennent est satisfaisante.**

Les sept groupes ainsi définis par le CEA sont les suivants :

- groupe 1, correspondant aux cuves de réception des effluents « bêta-gamma » et « alpha » de l'installation, associé à un spectre dit « étude évaporation » et à l'activité spécifique de la cuve S33 ;
- groupe 2, correspondant aux cuves « amont » du procédé d'évaporation, associé au spectre « étude évaporation » et à l'activité spécifique de la cuve S25 ;
- groupe 3, correspondant aux cuves « aval » du procédé d'évaporation liée aux concentrats, associé au spectre « étude évaporation » et à l'activité spécifique de la cuve C21 ;
- groupe 4, correspondant aux cuves « aval » du procédé d'évaporation liée aux distillats, associé au spectre « étude évaporation » et à l'activité spécifique de la cuve E71 ;
- groupe 5, correspondant aux cuves « amont » du procédé de filtration, associé à un spectre dit « étude filtration » et à l'activité spécifique de la cuve B1.23 ;
- groupe 6, correspondant aux cuves « aval » du procédé de filtration liée aux filtrats, associé à un spectre dit « étude filtration filtrats » et à l'activité spécifique de la cuve B2.24 ;
- groupe 7, correspondant aux cuves d'effluents de laboratoire, associé à un spectre dit « étude laboratoire » et à l'activité spécifique de la cuve SG11.

Concernant le choix des cuves de référence retenues pour le groupe 1 (S33) et le groupe 2 (S25), **l'IRSN considère que le caractère représentatif et enveloppe de ces cuves devrait être confirmé par des investigations complémentaires.**

Concernant le choix de la cuve de référence du groupe 4 (E71), dans la mesure où aucun échantillon n'a pu être prélevé dans cette cuve (*cf. infra*), **l'IRSN souligne l'importance que le CEA mène des investigations**

complémentaires comprenant une prise d'échantillons sur l'une des cuves d'entreposage des effluents suspects ou d'entreposage des distillats appartenant à ce groupe, ceci afin de conforter la représentativité des données de base retenues pour ce groupe.

Enfin, le choix des cuves de référence retenues pour les groupes 3, 5, 6 et 7 n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

2.2. INVESTIGATIONS *IN SITU*

Le CEA met en œuvre deux types d'investigations des cuves :

- des investigations comprenant une mesure de l'épaisseur des résidus, une cartographie des débits de doses et des prélèvements de résidus (prise d'échantillons) ;
- des investigations télévisuelles (ITV), destinées à confirmer la nature et le volume de résidus présents dans les cuves n'ayant pas fait l'objet de prise d'échantillons.

Ces investigations permettront de conforter la fiabilité des données de base sur les résidus et consolider le choix des cuves de référence fait par le CEA.

À cet égard, le CEA a réalisé entre avril 2017 et mars 2018 une première campagne d'investigations concernant une première série de 7 cuves, dont 6 sont des cuves de référence. Ces investigations ont notamment mis en évidence l'impossibilité de prélever un résidu solide (ou boueux) dans le fond d'une de ces cuves, le résidu étant recouvert de liquide. Une deuxième campagne d'investigations concernant trois cuves supplémentaires s'est déroulée en 2019. Ces investigations ont en particulier montré que la cuve E71 présente un dépôt sous forme d'une couche discontinue de fines particules dont l'épaisseur est de l'ordre du millimètre (qui n'a pas pu faire l'objet de prélèvements lors des investigations). Enfin, le CEA précise qu'aucune cuve d'effluents « suspects » n'a été investiguée car ces cuves sont encore en service actuellement.

Ainsi, 10 cuves de l'installation ont fait l'objet d'investigations lors des deux campagnes menées à ce jour et des prélèvements d'échantillons ont pu être réalisés pour 8 d'entre elles. Au cours de l'expertise, le CEA a précisé que les capacités « prioritaires » en termes d'investigation sont les 33 capacités qui représentent à elles seules plus de 95 % de l'inventaire radiologique encore en présence dans l'installation et dont 7 ont déjà fait l'objet de prises d'échantillons entre 2017 et 2019.

Le CEA prévoit de réaliser une troisième campagne d'investigation concernant, dans un premier temps, la cuve S02 (cuve en béton de volume 500 m³), puis, dans un second temps, des cuves en acier. **Toutefois, le CEA n'a pas présenté les critères qu'il retient pour identifier les cuves à investiguer et définir la priorisation associée (calendrier et ordonnancement). En tout état de cause, l'IRSN considère que de telles investigations complémentaires sont nécessaires pour renforcer la fiabilité des données retenues pour les groupes 1, 2 et 4 (cf. paragraphe 2.1) ou pour les cuves « prioritaires » contenant l'inventaire radiologique le plus important.**

Par ailleurs, le retour d'expérience des difficultés rencontrées au cours des investigations réalisées jusqu'à ce jour est de nature à fournir des informations en vue d'optimiser les prochaines investigations. **Dans ce cadre, l'organisation mise en place par le CEA pour réaliser ces ITV et les rapports de fin d'intervention des investigations sont des éléments essentiels pour le bon déroulement du projet global.**

Enfin, le CEA a réalisé des analyses chimiques afin de disposer de données² nécessaires à la validation de la faisabilité de la cimentation des résidus et à la définition de la filière d'évacuation des colis de déchets constitués. **Le choix des radioéléments et des espèces chimiques recherchés par le CEA lors des caractérisations préliminaires n'appelle pas, à ce stade, de remarque de l'IRSN.**

² Notamment concernant la teneur en éléments toxiques ou en matières organiques.

3. FILIERES DE STOCKAGE ENVISAGEES POUR LES RESIDUS

Sur la base des résultats des caractérisations radiologiques disponibles à ce stade, le CEA a réalisé une analyse préliminaire de l'acceptabilité, au centre de stockage de l'Aube (CSA) exploité par l'Andra, des résidus des capacités de l'INB n°37B. Pour ce faire, il a considéré deux modes de conditionnement (encore à l'étude), à savoir la cimentation en colis de béton CBFK-B ou la cimentation en colis de type C1PG. La démarche retenue par le CEA repose sur la vérification du respect des critères d'acceptation de nature radiologiques définis pour le CSA, à savoir les limites maximales d'activités (LMA) par radionucléides et les débits de dose au contact et à un mètre du colis constitué. Le critère limitant parmi les LMA porte sur les radionucléides « émetteurs alpha ». Le CEA a ainsi évalué le taux d'incorporation maximal des résidus dans la matrice cimentaire, puis s'est assuré, par modélisation, du respect du débit de dose des colis correspondants. **L'IRSN considère que la démarche mise en œuvre par le CEA est satisfaisante et tend à confirmer l'hypothèse privilégiée par le CEA d'une possibilité d'un envoi au CSA des colis de déchets de résidus.**

Enfin, la démarche du CEA permet d'estimer le nombre de colis qui seraient produits et contribue ainsi à enrichir les éléments nécessaires pour le dimensionnement des procédés et des caractéristiques du futur AdT. **L'IRSN souligne à cet égard l'importance que le CEA poursuive ses études afin de compléter les données nécessaires au dimensionnement de l'AdT (capacité des entreposages « tampon » à mettre en place, nature et caractéristiques des procédés de traitement à développer, durée prévisionnelle de fonctionnement envisagée, etc.).**

4. CIMENTATION DES RESIDUS

La faisabilité de la cimentation des résidus est directement liée à leur compatibilité avec la matrice cimentaire retenue, notamment au regard des espèces chimiques en présence. À cet égard, les résultats des analyses chimiques des prélèvements de résidus réalisées par le CEA lors de la première campagne d'investigations montrent que les résidus présentent des teneurs relativement élevées en éléments chimiques susceptibles de perturber le processus de cimentation (bore, zinc et sulfates en particulier). **Cette problématique est toutefois bien identifiée par le CEA, ce qui est satisfaisant. En tout état de cause, l'IRSN n'a pas identifié, sur la base des informations disponibles à ce stade, d'élément rédhibitoire susceptible de mettre en cause la mise au point d'un procédé de cimentation des résidus.**

Par ailleurs, des teneurs en silicium, aluminium et calcium élevées (et variables d'une capacité à une autre) ont été mesurées dans les résidus lors des premières investigations, pouvant dès lors mettre en cause le principe d'une formulation de matrice cimentaire unique pour l'ensemble des résidus. **À cet égard, le CEA a indiqué au cours de l'expertise qu'il n'excluait pas de recourir, en cas d'hétérogénéité importante des compositions des résidus, à plusieurs formulations cimentaires, ceci afin d'assurer une maîtrise de la qualité des colis de déchets produits. Cette approche est satisfaisante.**

Enfin, la présence d'espèces organiques, dont des teneurs élevées ont été mesurées lors des premières investigations, peut être de nature à complexifier les simulations à réaliser dans le cadre de l'élaboration de la ou des formulations cimentaires à mettre au point. **Aussi, l'IRSN considère que le CEA devra porter une attention particulière au choix des simulants retenus, en vue d'assurer une bonne représentativité des essais de qualification des formulations cimentaires.** De même, certains points restent encore à étudier par le CEA, tels que l'utilisation éventuelle d'un média filtrant ou la granulométrie des particules en suspension. **Les études relatives à ces différents points et la sélection de simulants représentatifs devront également faire l'objet d'une attention particulière de la part du CEA. L'IRSN ne relève pas, à ce stade, d'élément rédhibitoire quant à la possibilité de définir un procédé de cimentation des résidus de l'INB n°37B en vue de leur conditionnement en colis de déchets.**

5. CONCLUSION

À l'issue de son expertise, l'IRSN considère que les principes d'analyse retenus par le CEA et les investigations menées à ce stade pour caractériser les résidus de l'INB n°37B sont globalement satisfaisants. Le CEA poursuit actuellement ses actions de caractérisation pour consolider la connaissance de ces résidus.

Concernant le conditionnement des résidus, l'IRSN estime que le CEA a correctement identifié les facteurs et les contraintes à prendre en considération pour la définition et la qualification de la ou des formulations cimentaires qui seront mises en œuvre pour la constitution des colis de déchets. Même si les analyses du CEA sont encore à un stade très préliminaire et que des nombreux éléments restent à consolider, l'IRSN n'a pas identifié à ce stade de point rédhitoire susceptible de mettre en cause la possibilité de mise en œuvre d'un procédé de cimentation des résidus de l'installation.

Pour autant, compte tenu notamment de la diversité des résidus en jeu, la mise au point d'un tel procédé constitue un processus relativement long. Une attention particulière devra donc être portée à l'avancement et à la progression des actions menées par le CEA, celles-ci contribuant au respect de l'échéancier global du démantèlement de l'INB n°37B.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté