

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

# Avis IRSN n° 2020-00080

<b>Objet</b>	Avis relatif à la demande d'accord de conditionnement de sources scellées usagées en colis de 870 litres dénommés 870 VS sur l'installation CHICADE du CEA
<b>Réf(s)</b>	Saisine ASN CODEP-DRC-2019-011475 du 9 mai 2019
<b>Nbre de page(s)</b>	9

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a sollicité l'avis de l'IRSN sur le référentiel de conditionnement de sources scellées usagées (SSU) en colis 870 L, dits « colis 870 VS », dans l'installation nucléaire de base (INB) n° 156 dénommée CHICADE (CHimie CARactérisation DEchets), transmis par le CEA. Ce référentiel couvre un ensemble de SSU de faible, moyenne ou haute activité (respectivement FA, MA ou HA).

## 1 CONTEXTE TECHNIQUE, ENJEUX ET POINTS EXAMINÉS PAR L'IRSN

Les SSU, actuellement entreposées dans les INB n° 72, n° 165 et n° 148 ainsi que dans l'installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) Cerise, sont réparties en différentes filières selon un classement établi par le CEA dans le cadre de sa stratégie de gestion des SSU. Le CEA prévoit à ce jour de conditionner en colis 870 VS les SSU appartenant aux filières suivantes : (i) les sources MA et HA composées principalement de césium 137 et de cobalt 60 (filière 1), (ii) les sources MA et HA de strontium 90 provenant de générateurs isotopiques (filière 2), (iii) les sources FA de période inférieure à 5,3 ans et supérieure à 5,3 ans (respectivement filières 5 et 6) et (iv) les sources MA et HA dites neutroniques et alpha (filière 7).

Le CEA indique que les colis 870 VS seraient produits dans CHICADE uniquement durant une phase dite de développement du procédé de conditionnement. L'activité de conditionnement de SSU dans l'installation CHICADE ne peut en effet être considérée comme pérenne sans une modification de son décret d'autorisation de création (DAC), qui stipule que les activités menées dans l'installation relèvent de la recherche et du développement. Le CEA précise que pour une phase industrielle de conditionnement des sources de mêmes types collectées par l'Andra, le schéma de référence devrait être le conditionnement des sources et l'entreposage des colis au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de l'Andra (CIRES), dans l'attente d'une évacuation vers l'installation de stockage Cigéo. Dans la version E du programme industriel de gestion des déchets (PIGD) établie en 2017, le nombre de colis 870 VS qui seront produits par le CEA dans CHICADE lors de la phase de développement du procédé est évalué à 60 alors que 19 colis resteraient à produire par l'Andra lors de la phase industrielle ultérieure. Ce contexte particulier fait l'objet de remarques dans la suite du présent avis.

La demande d'accord de conditionnement soumise par le CEA ne concerne que les colis 870 VS qui seront réalisés dans l'installation CHICADE.

Les sources concernées peuvent être livrées dans CHICADE sous différentes formes dites « objets primaires », à savoir :

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

- préconditionnées en boîtes de 1 L serties en fer blanc (filières 1, 5 et 6) dont le vide est complété par des billes de verre (jusqu'à 168 boîtes peuvent être conditionnées dans un colis) ;
- préconditionnées en boîtes de 0,8 L pour les sources irradiantes de la filière 7. Ces boîtes seront ensuite reconditionnées dans la cellule blindée ALCESTE de l'installation CHICADE en conteneur intermédiaire dit « perdu » assurant une fonction de protection radiologique ;
- des équipements dont les sources ne peuvent être extraites dits « objets indémontables » tels que des générateurs isotopiques (filières 1 et 2) qui assurent une fonction de protection radiologique ;
- des caisses adaptées au transport d'indémontables (CATI) dans lesquelles ont été préalablement conditionnés des « objets indémontables » ou des pots contenant des SSU. Le vide des CATI est complété par des billes de verre.

Les boîtes de 1 L, les conteneurs intermédiaires, les CATI et les objets indémontables assurent une fonction de confinement des radionucléides pendant les opérations de réception et de transport interne jusqu'au local d'injection.

Les étapes du conditionnement en colis 870 VS dans CHICADE consistent à (i) mettre au gabarit les objets indémontables, (ii) introduire, le cas échéant, les objets indémontables et les conteneurs intermédiaires dans la partie basse d'un conteneur en acier noir prébétonné. Les objets indémontables sont placés dans un panier de calage disposant d'un couvercle perforé en tôle afin d'assurer le support et la stabilité des paniers de boîtes de 1 L qui pourront alors être positionnés au-dessus, (iii) disposer les boîtes de 1 L dans des paniers et les placer dans le conteneur en acier noir prébétonné (cf. schéma en annexe 2). La répartition des différents objets primaires dans les colis 870 VS se fait en fonction, d'une part de leurs activités radiologiques, d'autre part des quantités de matière fissile, (iv) fermer et boulonner le couvercle, et enfin (v) injecter un mortier de blocage dans le colis. Afin de l'injecter de manière continue, deux entonnoirs sont vissés sur le couvercle ; l'un permettant l'injection du mortier, l'autre servant d'évent. Le colis est vibré à plusieurs reprises au cours de cette opération afin de favoriser la pénétration du mortier autour des déchets. Il est ensuite immobilisé pendant une durée d'au moins 30 heures permettant son séchage.

Les mortiers de pré-bétonnage et de blocage ont pour fonction d'assurer le confinement des radionucléides, de maîtriser le taux de vide du colis et de limiter les risques d'exposition externe. La fonction de tenue mécanique est portée par le colis 870 VS dans son ensemble, à savoir le conteneur en acier noir prébétonné et le mortier de blocage. Le conteneur en acier noir et le mortier sont identiques à ceux utilisés pour le conditionnement de déchets faiblement irradiants (FI) dans l'INB n° 37-A de Cadarache en colis dit 870 FI. Le CEA prévoit d'entreposer dans l'INB n° 164 (CEDRA) du CEA Cadarache les colis 870 VS produits puis de les stocker dans l'installation Cigéo actuellement en projet. Le principal enjeu de sûreté associé au colis 870 VS est, selon l'IRSN, le maintien dans le temps de ses performances mécaniques ainsi que de ses propriétés de protection radiologique et de confinement tant au cours des phases de fabrication et d'entreposage que lors de son stockage.

Le présent avis traite successivement : (i) de l'inventaire des SSU à conditionner en colis 870 VS dans CHICADE, (ii) des paramètres visant à garantir les performances du colis 870 VS (paramètres garantis) en lien avec leur entreposage dans CEDRA et leur stockage dans l'installation Cigéo, (iii) du programme de qualification du colis 870 VS, et (iv) du comportement du colis en entreposage et en stockage.

## 2 SSU A CONDITIONNER EN COLIS 870 VS DANS CHICADE

Dans son référentiel de conditionnement, le CEA prévoit que seules les sources des filières 1, 2, 5, 6 et 7 (cf. *supra*) soient conditionnées en colis 870 VS, ce qui représente aujourd'hui respectivement 487, 7, 5955, 969 297 et 7 354 sources. Le CEA a toutefois indiqué au cours de l'instruction que les filières de sources concernées par ce type de conditionnement, ainsi que le nombre de sources par filière étaient susceptibles d'évoluer. L'IRSN rappelle, qu'en tout état de cause, ces SSU devront respecter les critères d'acceptation des objets primaires dans CHICADE examinés ci-après.

La démarche de caractérisation des SSU, base de la définition de l'inventaire radiologique des colis 870 VS, suit un processus spécifique, fondé sur la traçabilité des informations enregistrées lors de la fabrication des sources scellées. Le CEA indique ainsi que, lors de la collecte des SSU, leurs caractéristiques radiologiques et leur nature physico-chimique proviennent des déclarations renseignées dans une copie du certificat de source ou un document équivalent

comprenant les éléments de caractérisation de la source. Néanmoins, une exigence moindre est associée à l'estimation de l'inventaire des sources FA des filières 5 et 6 pour lesquelles, à titre d'exemple, les éléments issus d'un catalogue de sources peuvent suffire. Sur ce point, l'IRSN convient des difficultés opérationnelles de caractérisation de ces sources du fait de leur nombre (près d'un million de détecteurs automatiques d'incendie) et de l'enjeu limité de cette catégorie de sources de faible activité eu égard aux caractéristiques finales du colis 870 VS. Le CEA précise qu'en l'absence de documents justifiant la nature et l'activité de la source, il est demandé au détenteur de la source de faire une caractérisation, préalablement à sa reprise. L'exploitant de l'installation CHICADE prévoit une visite annuelle auprès de chacune des installations d'entreposage détentrices afin de s'assurer de la bonne mise en œuvre de cette démarche de caractérisation des SSU.

L'IRSN relève que cette démarche de caractérisation des SSU, et par extension de définition de l'inventaire radiologique des colis 870 VS, repose exclusivement sur l'analyse des informations renseignées par les installations détentrices entreposant les sources. **Dans ce contexte, l'IRSN appelle l'attention sur l'importance des visites annuelles dans ces installations, en particulier pour s'assurer que les sources pour lesquelles des incertitudes subsistent en termes de traçabilité font l'objet de caractérisations adaptées.** *L'IRSN suggère à l'ASN de vérifier ce point en inspection.*

L'IRSN rappelle par ailleurs que la répartition des différentes SSU dans les colis 870 VS selon leurs activités radiologiques et leurs masses de matières fissiles devra tenir compte des incertitudes pouvant persister sur la caractérisation de certaines sources ; en effet, seul le respect d'une combinaison adaptée des sources conditionnées dans un colis permettra de respecter les paramètres garantis du colis (*cf. infra*) qui visent à ce que la sûreté des différentes phases de gestion du colis dans les installations appelées à le recevoir soient assurée.

### 3 PARAMETRES VISANT A GARANTIR LES PERFORMANCES DU COLIS 870 VS

Le CEA définit un certain nombre de paramètres permettant d'assurer les performances attendues du colis 870 VS aux différentes étapes de sa gestion (fabrication, entreposage, stockage). Ces paramètres dits garantis constituent des données d'entrée pour la démonstration de la sûreté des différentes installations dans lesquelles le colis a vocation à être géré. La pertinence de ces paramètres est évaluée au regard de leur compatibilité avec les spécifications d'acceptation des colis de déchets dans ces installations, à savoir CEDRA et l'installation Cigéo en projet.

S'agissant de l'entreposage dans CEDRA, l'IRSN note que ses spécifications d'acceptation ne prévoient pas à ce jour l'entreposage de colis 870 VS. A cet égard, le CEA a indiqué qu'une demande d'autorisation d'entreposage était en cours d'élaboration et que la mise à jour des spécifications d'acceptation était suspendue à cette autorisation. Dans l'attente, le CEA a considéré que les performances attendues du colis devaient être en adéquation avec les critères d'acceptation de colis présentant des similarités de conception, à savoir les colis 870 FI. L'IRSN considère que cette approche est acceptable pour la constitution du dossier d'accord de conditionnement en colis 870 VS. S'agissant du stockage dans l'installation Cigéo, l'acceptabilité des colis 870 VS a été examinée au regard des exigences ayant fait l'objet d'une quantification par l'Andra dans la dernière version des spécifications préliminaires d'acceptation des colis dans Cigéo de juillet 2017, à savoir : la masse, le volume de dihydrogène évacué par colis de déchets MA-VL, la puissance thermique et le potentiel de contamination atmosphérique pour les colis de déchets MA-VL en cas de chute. **L'IRSN souligne que cette analyse a été menée en tenant compte uniquement des spécifications relatives à un stockage des colis primaires en conteneur de stockage. Les paramètres relatifs à un stockage direct des colis primaires, qui constitue l'option envisagée à ce stade par l'Andra pour les colis 870 VS, ne sont pas encore définis. Le présent avis ne préjuge pas de la pertinence, en termes de sûreté, de cette option de stockage.**

Sur cette base, les paramètres garantis définis par le CEA pour le colis 870 VS sont la masse de matière fissile, le niveau de contamination surfacique, la masse du colis, la production de dihydrogène, le taux de vide et la porosité du colis, la puissance thermique et le potentiel de contamination atmosphérique en cas de chute du colis. L'IRSN considère que ces paramètres sont pertinents. **L'IRSN constate toutefois l'absence de paramètres garantis relatifs à la fonction de protection radiologique du colis 870 VS alors que ce colis est destiné au conditionnement notamment de sources HA et que les spécifications d'admission dans CEDRA et les spécifications préliminaires d'acceptation dans Cigéo de juillet 2017 intègrent**

**des critères liés aux valeurs de débit de dose au contact et à 1 m.** Ce point fait l'objet de la recommandation R1 présentée en annexe du présent avis.

Par ailleurs, l'IRSN note que la valeur de certains paramètres garantis est incompatible avec les spécifications d'acceptation dans CEDRA. Ainsi, la limite visée de contamination surfacique des colis 870 VS est supérieure à celle fixée pour l'acceptation d'un colis dans CEDRA (limites fixées à 4 Bq.cm<sup>-2</sup> pour les émetteurs  $\beta$  et 0,4 Bq.cm<sup>-2</sup> pour les émetteurs  $\alpha$  contre 1 Bq.cm<sup>-2</sup> et 0,2 Bq.cm<sup>-2</sup>). De même, l'absence de dispersion du contenu radioactif interne est garantie pour une hauteur de chute de 1,2 m sur dalle indéformable, alors que les spécifications d'acceptation dans CEDRA requièrent une épreuve de tenue à la chute de 5 m sur arête circulaire supérieure. **Aussi, l'IRSN estime que l'exploitant devra réviser les valeurs des paramètres garantis du colis 870 VS afin qu'ils satisfassent aux exigences de sûreté associées à leur entreposage dans CEDRA.** Ce point fait l'objet de la recommandation R2 en annexe du présent avis.

S'agissant du paramètre garanti de la masse de matière fissile lié à la maîtrise du risque de criticité, l'IRSN souligne que les spécifications d'acceptation dans CEDRA définissent une exigence supplémentaire de répartition homogène de la matière fissile dans le volume du colis. Le CEA indique à cet égard que l'entreposage des colis 870 VS présentant une répartition de la masse de matière fissile hétérogène fera l'objet d'une demande d'autorisation dédiée auprès de l'ASN et d'une évolution en conséquence des spécifications d'acceptation dans CEDRA. Cela n'appelle pas de remarque de principe. **L'IRSN rappelle toutefois qu'en préalable à la production de tels colis, le CEA devra s'assurer qu'ils respecteront les exigences de sûreté associées à leur entreposage dans CEDRA.**

#### 4 PROGRAMME DE QUALIFICATION DU COLIS 870 VS

Le programme de qualification a pour objectif de montrer que les critères d'acceptation des objets primaires dans CHICADE<sup>1</sup> et les paramètres de fabrication du colis permettent d'atteindre les niveaux de performances mécaniques, de protection radiologique et de confinement requis à chacune des phases de sa gestion. Le maintien dans le temps de ces performances et les exigences relatives aux futures conditions d'entreposage et de stockage des colis produits, tel que le débit de dihydrogène de radiolyse, doivent également faire l'objet d'études en vue de la qualification du colis à produire. Ce point est examiné au chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** du présent avis.

##### *i. Matériaux cimentaires*

La formulation des mortiers de pré-bétonnage et de blocage des déchets ainsi que leur procédé d'injection ont été développés afin de conférer aux colis des caractéristiques adaptées aux fonctions rappelées au chapitre 1 du présent avis et de limiter leur dégradation dans le temps.

Afin de s'assurer de l'atteinte des performances de confinement et de tenue mécanique attendues, le CEA prévoit, dans son programme de qualification, la réalisation de mesures de résistance mécanique et de perméabilité aux gaz sur des éprouvettes moulées lors de la coulée. Des mesures de coefficient de diffusion à l'eau tritiée sont également programmées. **L'IRSN considère que le choix par le CEA de ce type d'épreuves techniques usuelles est adapté, mais souligne que l'obtention des résultats de ces mesures est nécessaire pour vérifier l'atteinte des performances attendues.** Par ailleurs, l'IRSN relève que le mortier prévu pour les colis 870 VS est de même nature que celui utilisé pour les colis 870 FI et suggère que le CEA mette à profit le retour d'expérience acquis sur ces colis 870 FI pour consolider la démonstration de l'atteinte des performances précitées.

Par ailleurs, le CEA a mis en œuvre la fabrication et la découpe d'un colis inactif contenant 6 paniers métalliques de boîtes de 1 L afin de s'assurer de la qualité d'injection des mortiers en termes notamment d'homogénéité et de maîtrise des taux de vide dans le colis<sup>2</sup>. Le CEA indique que cet essai a permis de valider le procédé retenu pour l'élaboration des colis 870 VS. En complément, le CEA prévoit la réalisation de radiographies et de tomographies de colis actifs

<sup>1</sup> Exigences relatives à leurs caractéristiques physico-chimiques, mécaniques et radiologiques définies afin de respecter le domaine de fonctionnement et les contraintes d'exploitation de l'installation et de garantir la qualité des colis 870 VS

<sup>2</sup> Le CEA fixe à 25 % la valeur de taux de vide maximal à respecter dans un colis 870 VS en conformité avec les spécifications préliminaires d'acceptation dans Cigéo.

jugés représentatifs des différentes configurations de remplissage afin de confirmer la qualité de blocage des objets primaires. L'IRSN relève que la configuration retenue par le CEA pour cet essai, un colis contenant 6 paniers métalliques de boîtes de 1 L, est pénalisante en termes de difficulté de remplissage par le mortier de blocage. **Aussi, l'IRSN estime que l'essai mis en œuvre par le CEA sur le colis en inactif apporte effectivement des éléments probants quant à la qualité du procédé de cimentation retenu pour le conditionnement des colis 870 VS.** L'IRSN considère en outre que les contrôles que le CEA propose de réaliser par des méthodes d'imagerie au cours de la production des colis actifs devraient permettre de confirmer l'atteinte des performances attendues en terme d'homogénéité de remplissage et de maîtrise du taux de vide dans les colis produits.

Les réactions entre le mortier de blocage et les déchets, phénomènes pouvant porter atteinte aux caractéristiques du mortier, et donc aux fonctions de confinement, de protection radiologique et de tenue mécanique du colis, doivent encore faire l'objet d'études par le CEA. En particulier, le CEA prévoit la mise en œuvre d'épreuves techniques afin de confirmer l'absence de réactivité des différents objets primaires en milieu cimentaire. Il indique en particulier la présence possible d'aluminium dans ces objets primaires. A cet égard, l'IRSN rappelle que le conditionnement de déchets métalliques contenant de l'aluminium peut conduire au dégagement de dihydrogène provoqué par l'oxydation du métal par l'eau de gâchage des matériaux cimentaires. Des bulles se forment dans les premiers stades de l'hydratation du mortier, créant ainsi une macroporosité. La poursuite de la production de dihydrogène dans le matériau l'expose à un risque de fissuration si le gaz ne peut être évacué de la matrice. Au cours de l'instruction, le CEA a indiqué qu'excepté le cas des objets indémontables « générateurs isotopiques de type GSM », les enveloppes des SSU constituées d'aluminium ne seront pas en contact direct avec le mortier de blocage compte tenu de leur pré-conditionnement en boîtes de 1 L ou en conteneurs intermédiaires. En outre, la surface de l'alliage cupro-aluminium constitutif des GSM, potentiellement réactif avec le mortier est estimée être de 0,8 m<sup>2</sup>. Le CEA précise que cette valeur est à comparer avec la surface développée de 1,5 m<sup>2</sup> d'aluminium par colis retenue comme limite maximale pour garantir le bon comportement mécanique du mortier de blocage en présence d'aluminium dans un colis 870 FI (produit avec un mortier de même type que celui retenu pour les colis 870 VS). S'il peut être admis que les surfaces d'aluminium potentiellement réactives dans les déchets de l'inventaire concernés à ce stade par le conditionnement dans CHICADE n'excéderont pas 0,8 m<sup>2</sup> par colis, des évolutions de l'inventaire sont néanmoins possibles (cf. chapitre 2) et il conviendra que le CEA s'assure que les surfaces d'aluminium dans les autres SSU qu'il pourrait être amené à conditionner dans CHICADE ne dépasse pas la valeur limite de 1,5 m<sup>2</sup>. **Par conséquent, l'IRSN estime que le CEA devra intégrer une valeur limite de surface développée en aluminium aux critères d'acceptation dans CHICADE des objets primaires à conditionner en colis 870 VS afin de prévenir le risque d'altération des propriétés mécaniques du mortier de blocage en cas de conditionnement d'autres SSU que celles identifiées actuellement dans le dossier du CEA.** Ce point fait l'objet de la recommandation R3 en annexe au présent avis.

*ii. Colis 870 VS*

Le CEA a indiqué, au cours de l'instruction, que la démonstration de la qualification du colis 870 VS une fois rempli et obturé était basée sur le programme de qualification des colis 870 FI (essais de tenue à la chute du colis sur dalle indéformable notamment). **Ces éléments n'appellent pas de remarque de l'IRSN dans la mesure où, d'une part le mortier de blocage et le conteneur en acier noir, d'autre part les étapes ultérieures de gestion sont identiques pour les colis 870 VS et 870 FI.**

*iii. Conclusion*

L'IRSN estime que le programme de qualification du colis 870 VS, tel qu'envisagé par le CEA, est de nature à permettre l'obtention des éléments nécessaires pour s'assurer du respect des performances du colis attendues à sa production. L'IRSN souligne toutefois l'avancement limité de ce programme de qualification puisque, à ce jour, seules la fabrication et la découpe d'un colis inactif contenant 6 paniers de boîtes de 1 L ont été réalisées en vue de qualifier le procédé. Le CEA prévoit encore de réaliser des essais sur éprouvettes de mortier visant à vérifier les performances mécaniques et de confinement du mortier, ainsi que la mise en œuvre d'épreuves techniques afin de confirmer l'absence de réactivité des différents objets primaires en milieu cimentaire. A cet égard, le CEA a indiqué au cours de l'instruction qu'il souhaitait poursuivre ce programme de qualification, qui s'inscrit dans le cadre du développement du procédé en vue de son déploiement industriel ultérieur, sur des colis actifs, dès lors que l'accord de conditionnement dans CHICADE des colis 870 VS lui serait accordé. L'IRSN rappelle

que, dans le cadre du présent examen, à savoir la demande d'accord de conditionnement des colis 870 VS dans CHICADE, le programme de qualification doit apporter au préalable la démonstration de l'atteinte possible des niveaux de performances requis des colis 870 VS qui seront produits dans CHICADE. Ainsi, le programme de qualification doit se fonder sur des études et des essais en inactif qui ne nécessitent pas l'obtention préalable de l'accord de conditionnement. Des contrôles sur des colis actifs produits, tels que par exemple la mesure du taux de dégazage d'un colis, pourront être réalisés après l'obtention de l'accord de conditionnement afin de confirmer l'atteinte des performances attendues par les évaluations réalisées en amont. **En conséquence, l'IRSN estime que le CEA devra, en vue de l'obtention d'un accord de conditionnement des SSU en colis 870 VS, poursuivre la mise en œuvre de son programme de qualification sur la base d'études et d'essais en inactif visant à apporter la démonstration de l'atteinte possible des niveaux de performances du colis requis à chacune des phases de sa gestion.** Ce point fait l'objet de la recommandation R4 en annexe au présent avis.

## 5 COMPORTEMENT DU COLIS EN ENTREPOSAGE ET EN STOCKAGE

Les fonctions attendues du colis 870 VS sont, d'une part d'assurer la protection radiologique des opérateurs et le confinement des déchets pendant la durée de son entreposage dans CEDRA et pendant la phase d'exploitation de Cigéo, d'autre part de maintenir ses performances mécaniques pendant la durée de son entreposage dans CEDRA. Le maintien des performances mécaniques reste également requis pendant la phase d'exploitation de Cigéo, en particulier dans le cas d'une mise en stockage sans conteneur de stockage.

S'agissant de la production de gaz de radiolyse, le CEA a indiqué au cours de l'instruction qu'une première estimation de la production de dihydrogène de radiolyse avait été réalisée pour une configuration pénalisante du colis 870 VS eu égard à la présence de matière organique dans les objets primaires, à savoir un colis constitué de 168 boîtes de 1 L contenant des sources de  $^{137}\text{Cs}$  en plexiglass et des sources à base de poudre de  $\text{PuO}_2$  dans un flacon rempli de polyépoxyde. Cette première estimation, dans laquelle a été prise l'hypothèse d'une absorption totale par la matière organique de l'énergie dégagée, conduit à un débit maximal de dihydrogène de 3 L/an/colis. Le CEA prévoit dans son programme de qualification la mise en œuvre de mesures de dégazage d'objets primaires susceptibles d'être conditionnés en colis 870 VS afin de confirmer cette estimation de la production de gaz de radiolyse des matières organiques. Enfin, le CEA indique que la production de dihydrogène des colis 870 VS qui présenteront l'activité  $\text{By}$  et le débit de dose les plus élevés sera mesurée après l'obtention de l'accord de conditionnement afin de confirmer le faible apport de la radiolyse de l'eau constitutive du mortier de blocage à la production de dihydrogène du colis. L'IRSN relève qu'à ce stade, seule la contribution de la radiolyse des matières organiques à la production de dihydrogène a fait l'objet d'une estimation par le CEA. L'IRSN convient toutefois que l'hypothèse d'absorption totale de l'énergie par la matière organique devrait être raisonnablement majorante en termes de production de gaz de radiolyse et estime que les mesures de dégazage d'objets primaires préalables à leur conditionnement sont de nature à confirmer les premières estimations de débit maximal de dihydrogène dans un contexte où la radiolyse des matières organiques constitutives des objets primaires est le principal contributeur à ce débit. **En conclusion, les premières estimations de débit maximal de dihydrogène par colis montrent que ce dernier devrait respecter le critère d'acceptation des colis primaires dans Cigéo, tel que défini à ce jour par l'Andra dans les spécifications préliminaires de juillet 2017 (10 NL/an/colis primaire). La poursuite du programme de qualification prévue par le CEA devrait permettre de confirmer ce point.**

S'agissant de la tenue du mortier de blocage sous irradiation, en l'absence d'indication du CEA, l'IRSN considère, au vu des données fournies par la littérature scientifique pour les niveaux d'irradiation attendus dans un colis 870 VS, qu'il est possible d'écarter le risque de dégradation notable de ses performances de tenue mécanique et de capacité de confinement. En revanche, pour ce qui concerne la durabilité de l'enveloppe en acier noir du colis qui contribue essentiellement à la fonction de manutention des colis 870 VS<sup>3</sup>, le retour d'expérience du vieillissement des colis 870 FI déjà produits, dont le conteneur en acier noir est identique à

<sup>3</sup> Pour rappel et tel qu'exprimé au chapitre 1 du présent avis, la fonction de tenue mécanique est portée par le colis 870 VS dans son ensemble, à savoir le conteneur en acier noir prébétonné et le mortier de blocage.

celui du colis 870 VS, fournit des éléments relatifs à leur comportement en entreposage. Ainsi, si des cas de corrosions importantes du conteneur en acier noir de colis 870 FI entreposés sur des aires extérieures ont été constatés, l'IRSN note que le retour d'expérience obtenu sur 264 colis 870 FI entreposés dans CEDRA n'a mis en évidence qu'un nombre limité de phénomènes mineurs de corrosion (7 constats d'événement). Ce retour d'expérience concourt à démontrer que la mise en place de dispositions permettant de contrôler les conditions d'hygrométrie et de température dans l'installation d'entreposage a permis de limiter l'apparition de phénomènes de dégradation par corrosion. L'IRSN note cependant que ce retour d'expérience limité, moins de 10 ans, ne permet pas de se prononcer sur l'évolution de ces phénomènes de dégradation sur la durée quasi-séculaire de leur entreposage dans CEDRA puis de leur stockage dans Cigéo en phase d'exploitation. **Afin de pallier ces incertitudes, l'IRSN recommande que le CEA mette en place, en complément du programme de surveillance des colis, un programme expérimental de suivi sur une longue période de la corrosion de l'acier noir en conditions d'entreposage, à l'aide d'éprouvettes témoins.** Ceci fait l'objet de la recommandation R5 en annexe du présent avis.

Pour ce qui concerne le comportement des colis 870 VS après fermeture du stockage, le CEA indique avoir retenu, à l'instar des colis 870 FI, un relâchement complet et instantané des radionucléides contenus dans les déchets. **L'IRSN convient que ce modèle est particulièrement conservatif.**

## 6 CONCLUSION

L'IRSN considère que les études menées par le CEA en support à sa demande d'accord de conditionnement de SSU en colis 870 VS dans CHICADE ne sont pas suffisamment abouties à ce stade pour se prononcer sur cette demande. L'IRSN n'a toutefois pas identifié, en l'état des éléments portés à sa connaissance, d'élément réhibitoire à leur prise en charge dans CEDRA puis dans Cigéo sous réserve de la prise en compte des recommandations formulées en annexe au présent avis et en particulier de la poursuite du programme de qualification sur des colis inactifs. A cet égard, l'IRSN rappelle que la réalisation de ce programme, qui doit apporter par les résultats obtenus la démonstration de l'atteinte possible des performances du colis 870 VS requis lors des étapes ultérieures de sa gestion, est nécessaire pour l'obtention de l'accord de conditionnement.

Pour le Directeur général, par délégation

François BESNUS

Directeur de l'Environnement

## Annexe à l'avis IRSN n° 2020-00080 du 26 mai 2020

### *Annexe 1 : Recommandations de l'IRSN*

L'IRSN recommande que, dans la version révisée de son référentiel de conditionnement du colis 870 VS, le CEA :

- R1. définisse des paramètres garantis associés aux débits de dose au contact et à 1 m des colis 870 VS.
- R2. révise les valeurs des paramètres garantis du colis 870 VS afin qu'ils satisfassent aux exigences de sûreté associées à leur entreposage dans CEDRA.
- R3. intègre une valeur limite de surface développée en aluminium aux critères d'acceptation dans CHICADE des objets primaires à conditionner en colis 870 VS afin de prévenir tout risque d'altération des propriétés mécaniques du mortier de blocage en cas de conditionnement d'autres SSU que celles identifiées actuellement dans l'inventaire.
- R4. poursuive, en vue de l'obtention de l'accord de conditionnement des SU en colis 870 VS, la mise en œuvre de son programme de qualification sur la base d'études et d'essais en inactif en vue d'apporter la démonstration de l'atteinte possible des niveaux de performances du colis 870 VS requis à chacune des phases de sa gestion.
- R5. mette en place, en complément du programme de surveillance des colis, un programme expérimental de suivi de la corrosion de l'acier noir en conditions d'entreposage à l'aide d'éprouvettes témoins.



**Annexe à l'avis IRSN n° 2020-000XX du xx mai 2020**  
**Annexe 2 : Schéma de principes d'un colis 870 VS**

