

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2020-00125

Objet	Avis relatif à la demande d'accord de conditionnement des colis de déchets 500 L MI de l'INB n° 37-A du CEA
Réf(s)	Saisine ASN CODEP-DRC-2017-001673 du 1 ^{er} juin 2017
Nbre de page(s)	9

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a sollicité l'avis de l'IRSN sur le référentiel de conditionnement des déchets moyennement irradiants¹ (MI) de moyenne activité à vie longue (MA-VL) du CEA en colis de déchets 500 L, dits « *colis 500 L MI* », produits dans la station de traitement des déchets solides du centre CEA de Cadarache (INB n° 37-A). Ce référentiel couvre le conditionnement des déchets technologiques MA-VL MI de l'ensemble des centres du CEA produits par les opérations d'exploitation, de démantèlement et de reprise et de conditionnement de déchets anciens. Dans le présent avis, les ateliers et installations générant ces déchets sont appelés « *producteurs* », le terme « *CEA* » ou « *exploitant* » étant utilisé pour désigner l'exploitant de l'INB n° 37-A. Il convient de noter que le présent accord de conditionnement est demandé par antériorité pour les colis 500 L MI produits depuis 2012. Aussi, les colis 500 L MI produits entre 1990 et 2012 ne font pas l'objet du présent examen.

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

Les déchets technologiques MI sont pré-conditionnés en poubelles métalliques de 50 ou 60 L dans les installations productrices avant leur envoi à l'INB n° 37-A pour y être conditionnés en colis 500 L MI. Les étapes du conditionnement consistent à :

- compacter les poubelles (au maximum 12) dans un conteneur en acier inoxydable équipé en fond d'une galette de 10 cm en béton, dont la formulation cimentaire est la même que celle du mortier utilisé ensuite pour le blocage des poubelles compactées dans le colis. Cette galette a pour rôle d'absorber les effets dus à la presse de 500 tonnes lors du compactage des poubelles et de garantir une épaisseur minimale de mortier en partie inférieure du colis en périphérie de la galette et en fond du conteneur ;
- déplacer le colis à vitesse réduite jusqu'au poste de sertissage ;

Adresse Courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses

Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

¹ Les déchets moyennement irradiants sont les déchets dont le débit de dose est compris entre 2 mGy/h et 10 Gy/h

- fermer le conteneur avec son couvercle muni d'un joint, d'un système de « clippage » et de deux événements permettant l'injection du mortier de blocage ;
- immobiliser les poubelles de déchets compactées par l'injection d'un mortier de blocage. Le colis est vibré à plusieurs reprises au cours de cette opération afin de favoriser la pénétration du mortier autour des poubelles compactées de déchets.

Les fonctions de protection radiologique pour limiter le risque d'exposition externe et de confinement des radionucléides du colis fini sont assurées par le mortier de blocage et par la galette en béton disposée en fond de colis. La fonction de tenue mécanique est portée par le colis 500 L MI dans son ensemble, à savoir le conteneur en acier inoxydable et le mortier de blocage.

Une fois produits, les colis sont entreposés dans les puits MI de l'installation CEDRA (INB n°164) du centre CEA de Cadarache en attente de leur stockage dans l'installation Cigéo actuellement en projet. Le CEA indique que la production annuelle de colis 500 L MI sera de l'ordre d'une dizaine de colis à partir de 2020, ce qui, compte tenu des colis déjà produits depuis 1990 (soit 1100 colis), paraît cohérent avec le nombre prévisionnel de 1250 colis 500 L MI rapporté dans la version E du programme industriel de gestion des déchets (PIGD) établie en 2017.

Le principal enjeu de sûreté associé aux colis 500 L MI est le maintien dans le temps de ses performances mécaniques et de confinement au cours des phases de fabrication, d'entreposage et d'exploitation du stockage. Par conséquent, Le présent avis traite successivement : (i) de l'inventaire des déchets à conditionner en colis 500 L MI et des critères d'acceptation dans l'INB n°37-A, (ii) des paramètres visant à garantir les performances du colis 500 L MI (paramètres garantis) en lien avec leur entreposage dans CEDRA et leur stockage dans l'installation Cigéo, (iii) du programme de qualification du colis 500 L MI, et (iv) du comportement du colis en entreposage et en stockage.

2 INVENTAIRE DES DECHETS ET CRITERES D'ACCEPTATION DANS L'INB N° 37-A

Les déchets radioactifs solides MI conditionnés en poubelles sont des déchets compactables hétérogènes de natures très diverses : matières cellulosiques, plastiques, caoutchouc, pièces métalliques, gravats, verrerie, alumine, laine de verre, terre, filtres, etc. La caractérisation radiologique et physico-chimique de ces déchets est réalisée et déclarée par les producteurs. A réception dans l'INB n°37-A, un contrôle de l'activité massique des radionucléides présents est réalisé à partir de mesures par spectrométrie γ des poubelles. L'exploitation des résultats obtenus permet, par corrélation à l'aide de spectres-types, d'évaluer l'activité massique des radioéléments difficiles à mesurer par cette technique.

Afin de respecter le domaine de fonctionnement et les contraintes d'exploitation de l'INB n°37-A et de garantir la qualité des colis 500 L MI produits, le CEA a établi des critères d'acceptation des déchets à conditionner. Les critères d'acceptation des déchets dans l'INB n°37-A comprennent notamment l'activité maximale de chaque poubelle à réception (soit 4 300 GBq en émetteurs $\beta\gamma$ et 185 GBq en émetteurs α), le débit de production d'hydrogène de radiolyse par poubelle, la contamination surfacique et le débit de dose au pseudo-contact ainsi que les interdictions ou restrictions de certaines substances (telles que les métaux et mélanges réactifs, les déchets pyrophoriques, l'aluminium, les matières putrescibles, etc.). Pour ce qui concerne les contrôles effectués pour garantir la conformité des poubelles de déchets réceptionnées dans l'INB n°37-A avec ces critères d'acceptation, le CEA indique que compte tenu de leur caractère irradiant, seuls des contrôles de l'activité massique des radionucléides présents et du débit de dose au pseudo contact de la poubelle sont réalisés par l'exploitant (contrôle dit de second niveau). Le retour d'expérience de ces contrôles et des colis finis produits depuis 2012, en termes d'activités radiologiques, de contamination et d'évaluation de la production d'hydrogène de radiolyse, montre le respect global des critères d'acceptation de l'INB n°37-A, ce qui traduit la capacité de l'exploitant à produire des colis conformes. Toutefois, l'IRSN relève qu'aucun contrôle de second niveau de l'absence de déchets interdits ou soumis à limitation n'est effectué. Le CEA précise que la vérification de la conformité des poubelles au regard des critères d'acceptation dans l'INB n°37-A repose en premier lieu sur l'analyse des informations renseignées par le producteur dans le logiciel CARAIBES. A cet égard, il convient de noter que le CEA indique avoir mis en œuvre depuis 2016 une surveillance accrue des actions menées chez les producteurs afin de s'assurer de

l'absence ou de la limitation de certaines substances (en particulier l'aluminium). *L'IRSN suggère à l'ASN de vérifier ce point en inspection.*

3 PARAMETRES VISANT A GARANTIR LES PERFORMANCES DU COLIS 500 L MI

L'atteinte des performances mécaniques et de confinement attendues aux différentes étapes de gestion des colis 500 L MI, ainsi que le respect des contraintes de sûreté des installations de production, d'entreposage et de stockage, reposent sur la définition de paramètres garantis et leurs modalités de contrôle. La pertinence de ces paramètres est notamment 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.

Une mise à jour de la liste des paramètres garantis retenus pour le colis 500 L MI par rapport à la liste mentionnée dans la demande d'accord de conditionnement a été transmise par le CEA au cours de l'instruction (cf. annexe 2 au présent avis). L'IRSN considère que ces paramètres sont pertinents. L'IRSN relève toutefois l'absence de paramètres garantis relatifs à la fonction de protection radiologique du colis 500 L MI alors que ce colis est destiné au conditionnement de déchets MI et que les spécifications d'acceptation dans CEDRA et les spécifications préliminaires d'acceptation dans Cigéo de juillet 2017 intègrent des critères liés au débit de dose au contact et à 1 m. L'IRSN note également que les valeurs de certains paramètres garantis ne sont pas en cohérence avec des valeurs indiquées dans les spécifications d'acceptation dans CEDRA. Ainsi, les exigences de contamination surfacique sont moindres que celles établies dans les spécifications d'admission dans CEDRA, à savoir des paramètres garantis fixés à 4 Bq.cm^{-2} pour les émetteurs $\beta\gamma$ et $0,4 \text{ Bq.cm}^{-2}$ pour les émetteurs α en regard de 1 Bq.cm^{-2} et $0,2 \text{ Bq.cm}^{-2}$ dans les spécifications d'acceptation de CEDRA. 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 8 m sur arête circulaire inférieure. En outre, la masse maximale garantie du colis 500 L MI, à savoir 2 tonnes, est supérieure à la valeur limite d'acceptation dans CEDRA (1700 kg). **Aussi, l'IRSN estime nécessaire que le CEA établisse, dans une mise à jour du référentiel de conditionnement des déchets MA-VL en colis 500 L MI, une liste consolidée de paramètres garantis dont les valeurs sont compatibles avec les critères d'acceptation en entreposage dans CEDRA ainsi qu'en stockage dans Cigéo, intégrant en particulier des exigences liées au débit de dose, à la contamination surfacique, à la masse maximale et au comportement à la chute. Ce point fait l'objet de la recommandation R1 en annexe 1 au présent avis.**

Par ailleurs, une épaisseur minimale de 50 mm de mortier au niveau des parois latérales et du couvercle ainsi que de la galette de fond de conteneur, est requise dans les spécifications d'acceptation dans CEDRA entre le conteneur en acier inoxydable (incluant le couvercle) et les déchets compactés. L'IRSN relève que cette épaisseur minimale, qui concourt à la qualité du colis et garantit ses propriétés de confinement, ne constitue pas un paramètre garanti du colis 500 L MI. En outre, si les épaisseurs de mortier sur les parois supérieures et inférieures sont assurées, d'une part par l'épaisseur de la galette de fond de conteneur, d'autre part par l'espace vide entre le couvercle et le disque d'appui qui est comblé par le mortier lors de l'injection², l'épaisseur du mortier sur les parois latérales ne fait l'objet d'aucun contrôle. Cette épaisseur, qui correspond à l'espace libre entre les galettes de déchets compactés et la paroi interne du conteneur, est de l'ordre de 60 mm selon le CEA. A cet égard, l'IRSN relève que le CEA, dans les règles générales d'exploitation de l'INB n° 37-A, convient de la possibilité que certains colis de déchets compactés présentent localement une épaisseur de mortier inférieure à 50 mm. En effet, le CEA indique, qu'un flambage de la pile de fûts de déchets compactés lors du sertissage du couvercle ou qu'un basculement de cette pile lors du déplacement du conteneur entre son compactage et l'injection du mortier de blocage, peuvent remettre en cause l'épaisseur de mortier minimale exigée au niveau des parois latérales du conteneur. **Aussi, l'IRSN recommande que le CEA définisse l'épaisseur minimale de mortier nécessaire pour assurer l'atteinte des performances attendues du colis (notamment en terme de confinement), l'intègre à la liste des paramètres et**

² Le disque d'appui est soudé au couvercle, il a pour fonction de maintenir des déchets pendant la phase d'injection du colis et de garantir une épaisseur minimale de mortier entre les déchets et le couvercle.

définisse les dispositions nécessaires permettant de garantir le respect de ce paramètre. Ce point fait l'objet de la recommandation R2 en annexe 1 au présent avis.

4 PROGRAMME DE QUALIFICATION DU COLIS 500 L MI

Le programme de qualification du colis 500 L MI a pour objectif de montrer que 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. Il concerne notamment les matériaux cimentaires et le colis fini. Le développement des colis et son programme initial de qualification étant antérieurs à la conception de l'installation d'entreposage CEDRA ainsi qu'à la définition des options de sûreté de Cigéo, le retour d'expérience des colis déjà produits ainsi que les essais de qualification intervenus postérieurement au programme initial ont été analysés.

i. Matériaux cimentaires

La formulation du mortier de blocage des déchets ainsi que ses modalités d'injection ont été déterminées dans le but de conférer au colis des caractéristiques adaptées aux fonctions rappelées au chapitre 1 du présent avis et de limiter leur dégradation dans le temps. Le programme de qualification, réalisé au début des années 1990 au démarrage de la production des colis 500 L MI, a permis de définir les paramètres de fabrication du mortier de blocage et ses caractéristiques physico-chimiques intrinsèques sur la base d'épreuves techniques équivalentes à celles requises pour l'acceptation de colis au centre de stockage de l'Aube (CSA). Parmi les résultats de ces épreuves techniques usuelles réalisées sur éprouvettes, la mesure de diffusion à l'eau tritiée montre des coefficients de diffusion effectifs permettant d'atteindre les performances de confinement attendues. Par ailleurs, les spécifications techniques et les contrôles mis en place par le CEA sur l'approvisionnement des matières, les essais de résistances mécaniques (résistance à la compression, à la traction par fendage) et de perte de masse à 28 jours effectués sur des éprouvettes lors de la fabrication des colis, ainsi que le retour d'expérience depuis 2012 sur le mortier de blocage des colis concourent à démontrer la compatibilité de la matrice cimentaire avec les performances attendues du colis.

La réactivité du mortier de blocage au contact de déchets contenant de l'aluminium a également fait l'objet d'études par le CEA afin d'en apprécier les conséquences sur les performances mécaniques du mortier. Le conditionnement de déchets contenant de l'aluminium peut, en effet, 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 susceptible de remettre en cause les performances de confinement et de tenue mécanique. Aussi, le CEA a défini une limite de surface développée d'aluminium de 0,4 m² par poubelle, et de 5 m² par colis, sur la base de résultats d'essais visant à évaluer le comportement mécanique du mortier de blocage en présence d'aluminium. Ces résultats montrent, en effet, qu'un mortier au contact d'une surface d'aluminium de 5 m² conserve une résistance mécanique proche de celle attendue pour le colis 500 L MI (supérieure à 35 MPa à 28 jours) alors qu'elle chute rapidement pour des surfaces incorporées supérieures. L'IRSN estime pertinent l'établissement d'une telle limite mais relève toutefois que l'exploitant de l'INB 37A accepte des dérogations. Ainsi, à fin octobre 2015, 25 colis 500 L MI contenant une surface développée d'aluminium supérieure à 5 m² ont été déclarés par le CEA. **Compte tenu, d'une part, de l'impact d'une surface d'aluminium incorporée trop importante sur les performances mécaniques du mortier et d'autre part que des dépassements de surface d'aluminium sont parfois constatés, l'IRSN recommande que le CEA intègre une valeur limite de surface développée en aluminium aux paramètres garantis du colis 500 L MI (décrits au chapitre 3 du présent avis).** Ce point fait l'objet de la recommandation R3 en annexe 1 au présent avis.

En outre, l'IRSN note que le contrôle de cette surface d'aluminium incorporée repose sur le seul producteur qui l'évalue en mesurant les pièces en aluminium au pied à coulisse. Au cours de l'instruction, le CEA a précisé qu'aucune incertitude associée à cette mesure n'était retenue et n'a pu apporter d'élément permettant de s'assurer du conservatisme de cette méthode, en particulier pour les pièces à géométrie complexe. L'IRSN souligne toutefois le caractère très pénalisant des modalités d'essais de réactivité menés par le CEA (copeaux d'aluminium en contact direct avec le mortier de blocage) au regard du conditionnement sous enveloppe vinyle puis dans des poubelles métalliques des déchets contenant de l'aluminium.

L'IRSN convient que ces modalités de conditionnement, en limitant le contact direct entre l'aluminium et le mortier de blocage même en cas de dégradation du fût métallique et de l'enveloppe vinyle lors de leur compactage, sont de nature à conférer un caractère enveloppe aux limites de surface d'aluminium définies par le CEA.

S'agissant de la réactivité du mortier de blocage au contact de déchets contenant de l'aluminium, l'IRSN relève que seul le comportement mécanique du mortier de blocage a fait l'objet d'essais. La limite de surface d'aluminium incorporée n'a ainsi été définie que sur la base du maintien des performances mécaniques du colis et ne prend pas en compte une éventuelle altération de ses performances de confinement. Aussi, l'IRSN estime que certaines des épreuves techniques du programme de qualification de la matrice cimentaire, telle que la mesure de diffusion à l'eau tritiée, pourraient ne pas être représentatives du comportement d'un colis réel. En effet, les éprouvettes de mortier mises en œuvre dans ces essais ne sont pas représentatives d'un mortier qui présenterait des hétérogénéités induites par exemple par un bullage d' H_2 lors de sa prise en cas de réaction avec de l'aluminium ou d'éventuelles fissures comme celles qui pourraient intervenir dans la galette de fond de colis sous la pression induite par le compactage des poubelles. Par ailleurs, l'IRSN relève qu'aucun essai, tel que la découpe de colis inactif ou l'examen de colis par des méthodes d'imagerie, n'a été mis en œuvre afin de s'assurer de la qualité d'injection du mortier en termes d'homogénéité et de maîtrise des taux de vide dans le colis fini ainsi que du respect d'une exigence d'épaisseur minimale de mortier entre les déchets et le conteneur. **Par conséquent, l'IRSN considère que le programme de qualification de la matrice cimentaire, qui repose principalement sur des essais sur éprouvettes de mortier intègre, ne suffit pas à ce stade pour se prononcer sur l'atteinte des performances mécaniques et de confinement dans des conditions représentatives d'un colis réel.** Aussi, l'IRSN estime nécessaire que le CEA complète son programme de qualification afin de démontrer que la matrice cimentaire et ses modalités d'injection permettent fabriquer un colis conforme aux objectifs retenus pour sa tenue mécanique, ses propriétés de confinement et la maîtrise du taux de vide dans des conditions représentatives de son élaboration. Ce point fait l'objet de la recommandation R4 en annexe 1 au présent avis.

ii. Performances mécaniques

Le CEA a effectué en 1992 et 1993, lors de la campagne de qualification initiale du colis, trois essais de chute de colis 500 L MI d'une hauteur de 6 mètres dans un puits vide et dans un puits dans lequel un colis avait été entreposé. Le CEA indique que les résultats de ces essais ont montré la conservation de l'intégrité physique des colis mais également le caractère récupérable du colis qui a chuté en puits. Ces essais, effectués antérieurement à la mise en service en 2006 de CEDRA, ont été complétés par une deuxième campagne d'essais en 2005 afin d'appréhender les conséquences de la chute d'un colis 500 L MI dans conditions représentatives de l'entreposage dans CEDRA, à savoir une hauteur de chute de 8 m sur amortisseur et sur un autre colis. Le CEA indique que les résultats de ces essais ont montré le maintien de l'intégrité physique et un niveau de déformation limité des colis ne remettant pas en cause leur récupérabilité. L'IRSN relève que les conditions des essais réalisés ne sont pas strictement équivalentes aux épreuves préconisées par la version 12 des spécifications d'acceptation dans cette installation, à savoir une chute sur arête circulaire inférieure pour les colis MI. L'IRSN convient toutefois que cette configuration de chute est peu plausible compte tenu de la géométrie des alvéoles d'entreposage MI (puits) et estime suffisante la démonstration apportée par la campagne d'essais de 2005.

S'agissant de la tenue au gerbage, le CEA indique que les résultats des essais réalisés dans le cadre du programme de qualification des colis 870 L FI, résultant de l'application d'une pression de 0,35 MPa pendant 24h sur la surface du mortier de blocage, sont transposables aux colis 500 L MI, dont la formulation du mortier est identique, et conformes aux exigences définies dans les spécifications d'acceptation dans CEDRA, ce dont l'IRSN convient.

5 COMPORTEMENT DU COLIS EN ENTREPOSAGE ET EN STOCKAGE

Les fonctions attendues du colis 500 L MI 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 de tenue mécanique pendant la durée de son entreposage dans CEDRA.

S'agissant de l'évolution du mortier d'enrobage, le CEA indique que le ciment entrant dans la formulation du mortier (ciment CEM V) est connu pour posséder une bonne durabilité chimique en environnement agressif, sur plusieurs décennies, voire un siècle. S'agissant des phénomènes de carbonatation, selon le CEA, la transformation minéralogique induite sur une épaisseur de quelques dizaines de millimètres à 50 ans, se traduit par une augmentation du module d'Young de cette zone. Il considère donc que la carbonatation accroît la résistance mécanique du mortier sur cette épaisseur externe et le rend plus stable chimiquement. Aussi, le CEA n'identifie pas de sollicitations extérieures au colis ayant des effets potentiellement délétères sur le mortier d'enrobage des colis, hormis les conditions thermiques au très jeune âge, dont la maîtrise résulte de la mise en œuvre du procédé de fabrication et des conditions initiales d'entreposage. **L'IRSN convient que les conditions d'ambiances attendues en entreposage et pendant la phase d'exploitation du stockage ne sont pas de nature à produire des phénomènes dont les effets conduiraient à une altération significative du mortier.** Pour ce qui concerne la durabilité de la tenue mécanique en lien avec la manutention des colis 500 L MI, l'IRSN note que depuis la mise en service de CEDRA, seul un colis 500 L MI sur les 284 en provenance de l'INB n°37-A ayant fait l'objet d'un contrôle, présente des traces de corrosion (non traversante). Par ailleurs, le CEA évalue les vitesses théoriques de corrosion du conteneur en acier inoxydable à l'aide du code CASA (Corrosion Atmosphérique Sous Abri). Les calculs réalisés ont pris pour hypothèses un colis nu présentant une surface de métal homogène soumise à des fluctuations thermo-hygro-métriques représentatives d'un entreposage en puits dans CEDRA. En particulier, l'hygrométrie maximale retenue est de 80% en cohérence avec les performances du système de traitement et de conditionnement de l'air dans les puits MI de CEDRA. Sur cette base, le CEA évalue une épaisseur corrodée maximale de 10 µm au bout de 50 ans d'entreposage, dégradation qui n'est pas de nature à remettre en cause les performances mécaniques des colis 500 L MI. L'IRSN relève que la démarche retenue par le CEA est adaptée à l'évaluation de la vitesse de corrosion généralisée pour des aciers pas ou faiblement alliés. Or, l'IRSN rappelle que les colis 500 L MI sont en acier inoxydable austénitique pour lequel le risque principal est la corrosion localisée ainsi que la fissuration dans les zones des soudures affectées thermiquement. L'IRSN considère qu'une démonstration fiable de l'absence de risque de corrosion localisée, sur une durée de 100 ans et plus, correspondant aux phases successives d'entreposage et d'exploitation de stockage, est particulièrement difficile à apporter. Aussi, 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 inoxydable en conditions d'entreposage, à l'aide d'éprouvettes témoins.** Ce point fait l'objet de la recommandation R5 en annexe 1 au présent avis.

S'agissant de la production de gaz de radiolyse, les estimations du CEA sont réalisées au moyen du code de calcul STORAGE développé pour déterminer la production de gaz de radiolyse des matériaux organiques constituants des déchets. A cet égard, le CEA a précisé au cours de l'instruction que des mesures de débit d'H₂ étaient en cours sur neuf colis 500 L MI et devraient permettre de conforter les évaluations de la production de gaz de radiolyse au moyen du code de calcul STORAGE, ce dont l'IRSN convient. N'ayant pas à ce jour eu connaissance de l'analyse par le CEA des résultats de ces mesures, l'IRSN considère que la démonstration du caractère représentatif et enveloppe de ces estimations de production de gaz de radiolyse reste à apporter. **Aussi, l'IRSN estime nécessaire, en vue de l'obtention de l'accord de conditionnement, que le CEA transmette les résultats des mesures réalisées sur des colis 500 L MI et démontre ainsi le caractère représentatif et enveloppe de ses estimations de production de gaz de radiolyse.** Ce point fait l'objet de la recommandation R6 en annexe 1 au présent avis.

Pour ce qui concerne le comportement des colis 500 L MI après fermeture du stockage, le CEA indique que l'ANDRA retient un relâchement complet et instantané des radionucléides contenus dans les déchets. Cette hypothèse, particulièrement conservatrice, n'appelle pas de remarque.

6 CONCLUSION

L'IRSN considère que le référentiel de conditionnement de déchets technologiques en colis 500 L MI, transmis par le CEA en support à sa demande d'accord de conditionnement pour les colis produits depuis 2012, nécessite d'être mis à jour pour former un corpus documentaire autoportant cohérent avec les exigences de chacune des étapes de gestion de ces colis. Ce référentiel devra en particulier intégrer une liste consolidée de paramètres garantis

compatibles avec les critères d'acceptation en entreposage dans CEDRA. L'IRSN n'a toutefois pas identifié, en l'état des éléments portés à sa connaissance, d'élément rédhibitoire à leur prise en charge dans CEDRA puis dans Cigéo sous réserve de la prise en compte des recommandations formulées en annexe 1 au présent avis et en particulier de la confirmation, par des compléments au programme de qualification, de l'atteinte des performances de confinement du colis.

Pour le Directeur général, par délégation
François BESNUS
Directeur de l'Environnement

Annexe à l'avis IRSN n° 2020-00125 du 29 Juillet 2020

Annexe 1 : Recommandations de l'IRSN

L'IRSN recommande que le CEA :

- R1. établisse, dans une mise à jour du référentiel de conditionnement des déchets MA-VL en colis 500 L MI, une liste consolidée de paramètres garantis compatibles avec les critères d'acceptation en entreposage dans CEDRA ainsi qu'en stockage dans Cigéo intégrant en particulier des exigences liées au débit de dose, à la contamination surfacique, à la masse maximale du colis et au comportement à la chute.
- R2. propose un paramètre garanti associé à l'épaisseur minimale de mortier en parois latérales du colis et définisse les dispositions permettant de garantir le respect de ce paramètre.
- R3. respecte, pour les colis encore à produire, la valeur limite de surface développée en aluminium de 5 m² et intègre cette valeur aux paramètres garantis du colis 500 L MI.
- R4. complète son programme de qualification afin de démontrer que la matrice cimentaire et ses modalités d'injection permettent de conférer au colis des caractéristiques adaptées à ses fonctions de tenue mécanique, de confinement et de maîtrise du taux de vide dans des conditions représentatives de son élaboration (notamment en termes d'homogénéité du mortier, ou de fissures de la galette de fond de colis).
- R5. établisse un programme de surveillance adapté à la nuance d'acier du conteneur du colis 500 L MI. Ce programme pourrait faire usage de contrôles sur des échantillons témoins placés en conditions d'entreposage dans CEDRA.
- R6. démontre le caractère représentatif et enveloppe de ses estimations de production de gaz de radiolyse, notamment sur la base des résultats des mesures réalisées sur des colis 500 L MI.

Annexe à l'avis IRSN n° 2020-00125 du 29 juillet 2020
Annexe 2 : Paramètres garantis proposés par le CEA

Étape/phase	Paramètre garanti
Déchets primaires : Nature physique et pré-conditionnement de déchets	Production de dihydrogène : 500 L MI : < 20L/an/colis
Caractéristiques des colis finis	Masse de matière fissile pour les colis 500 L MI : Masse (²³⁵ U)+Masse (Pu _{tot}) ≤ 200 g
	Puissance thermique (pour les colis 500L MI) ≤ 60 W
	Contamination surfacique (pour les colis 500L MI) : ≤ 4 Bq.cm ⁻² βγ ≤ 0,4 Bq.cm ⁻² α
	Masse : - 500 L MI : ≤ 2 tonnes
	Pour les colis 500 L MI : Taux de vide < 25% et estimation du volume des porosités du colis
	Comportement à la chute pour les 500 L MI : absence de dispersion du contenu radioactif interne du colis pour une chute d'une hauteur de 1,2 m sur une dalle indéformable