



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

**IRSN**  
INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 23 février 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2021-00030

---

**Objet** : CEA / Cadarache - INB n°37-A / Station de traitement des déchets (STD)  
          **Mise en oeuvre de l'emballage ETCMI dans l'installation**

---

**Réf.** : [1] Lettre ASN CODEP-MRS-2020-044530 du 11 septembre 2020.  
      [2] Avis IRSN 2019-00017 du 1<sup>er</sup> février 2019.

---

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les compléments transmis par le Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies renouvelables (CEA) en réponse aux demandes formulées par l'ASN à la suite de l'avis de l'IRSN, cité en deuxième référence, établi dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation du CEA de mettre en oeuvre l'emballage de transport ETCMI dans l'INB n°37-A située sur le centre CEA de Cadarache.

### 1. CONTEXTE

L'INB n°37-A, aussi appelée station de traitement des déchets (STD), assure le conditionnement des déchets solides moyennement irradiant (MI) en colis de déchets dits « MI 500 L ». Ce conditionnement consiste en un compactage de poubelles de déchets émises par les producteurs, à l'aide d'une presse de 500 tonnes, suivi de l'injection d'un liant hydraulique. Les colis MI 500 L ainsi constitués sont ensuite transférés, après séchage, jusqu'à un puits d'entreposage temporaire (puits E5) pouvant accueillir jusqu'à quatre colis, avant d'être évacués vers l'INB n°164 (CEDRA) du centre CEA de Cadarache. L'ensemble des opérations de transfert de colis dans l'INB n°37-A est actuellement réalisé avec des « châteaux MI ». Le CEA souhaite pouvoir utiliser l'emballage de transport ETCMI dans l'INB n°37-A pour assurer les transports des colis MI 500 L vers l'INB n°164 déjà autorisée à accueillir cet emballage.

Pour rappel, les opérations de chargement (ou de déchargement) d'un colis MI 500 L dans (ou depuis) l'emballage ETCMI nécessiteront :

- le retrait du capot inférieur de l'emballage ;
- la fixation de l'emballage sur une semelle d'exploitation, installée de manière permanente au-dessus du puits d'entreposage E5 ;
- le retrait du capot supérieur de l'emballage ;

MEMBRE DE  
**ETSON**

- la mise en place, sur l'emballage ETCMI, d'un sas d'exploitation renfermant notamment le système de transfert des colis du puits d'entreposage vers l'emballage ;
- le retrait du couvercle inférieur ;
- l'ouverture de la trappe X6 fermant le puits d'entreposage E5.

Dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation d'utiliser l'emballage ETCMI dans l'INB n°37-A, adressée par le CEA en 2019, l'ASN a demandé à ce dernier de transmettre des compléments portant sur la maîtrise, d'une part des risques liés à la production d'hydrogène due à la réaction aluminium-mortier au sein des colis de déchets, d'autre part des risques de chute d'un emballage de transport (emballage ETCMI ou château MI) dans l'installation.

Les demandes formulées par l'ASN sont rappelées en annexe 3 au présent avis.

De l'évaluation des documents transmis par le CEA, tenant compte des informations apportées par celui-ci au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux points suivants.

## 2. EVALUATION DE SURETE

### 2.1. DISPOSITION DE MAÎTRISE DES RISQUES LIES A LA PRODUCTION D'HYDROGÈNE

La réaction entre l'aluminium présent dans les déchets et le mortier injecté dans les colis induit une production d'hydrogène. En réponse à la demande n° 1 de l'ASN, le CEA a évalué la production, au cours du temps, de la quantité d'hydrogène produit dans un colis MI 500 L à partir des données d'une étude référencée dans le rapport de sûreté de l'INB n°37-A. Le CEA précise que cette production d'hydrogène, liée au décapage superficiel de la surface d'aluminium, dépend par conséquent de la surface d'aluminium présent dans les colis. Dans ce contexte, le CEA indique qu'il assure un double contrôle de la surface développée d'aluminium dans les poubelles de déchets à compacter pour constituer un même colis, sur la base des valeurs déclarées par les producteurs des déchets. En fonction des surfaces d'aluminium en jeu, le CEA définit plusieurs temps de « dégazage » minimaux à respecter avant le chargement des colis MI 500 L dans l'emballage ETCMI. Ce temps de « dégazage » vise à permettre, d'une part l'évacuation dans l'installation de l'hydrogène du colis, d'autre part l'abaissement du débit de production d'hydrogène à une valeur inférieure à la limite retenue dans le projet de mise à jour du dossier de sûreté de l'emballage ETCMI (à ce stade, cette valeur est de 45 mL.h<sup>-1</sup>). Outre le temps de séchage fixé à 30 heures au minimum (disposition déjà en place en lien avec le procédé), le CEA retient un délai minimum de « dégazage » avant chargement des colis dans l'emballage ETCMI compris entre 7 et 30 jours en fonction de la surface d'aluminium présent dans les colis. Pour rappel, ce délai était de 5 jours dans le cas d'un chargement de colis de déchets en château MI, ce dernier étant moins étanche que l'emballage ETCMI. L'IRSN relève que les dispositions retenues par le CEA en termes de « dégazage » des colis seront intégrées au rapport de sûreté et aux règles générales d'exploitation (RGE) de l'INB n°37-A. **Les dispositions retenues par le CEA n'appellent pas de remarque de l'IRSN. Aussi, les éléments transmis par le CEA en réponse à la demande n° 1 de l'ASN sont satisfaisants.**

Le CEA prévoit également de modifier la durée maximale autorisée entre la fermeture de l'emballage ETCMI chargé d'un colis et son ouverture après transport (durée de transport). Pour rappel, cette durée, directement liée à la quantité d'hydrogène produite dans l'emballage ETCMI, doit rester suffisamment faible pour que la limite inférieure d'inflammabilité (LII<sup>1</sup>) d'hydrogène dans l'air ne soit pas atteinte dans l'emballage. Cette limite est d'autant plus rapidement atteinte que le débit de production d'hydrogène est élevé et que la puissance thermique du colis en présence est importante. Aussi, le CEA a réévalué la durée maximale admissible de transport pour tenir compte de la production d'hydrogène due à la réaction aluminium-mortier dans les colis de déchets. Il évalue ainsi que la durée de transport maximale admissible est comprise entre 91 h et 13 h pour des

---

<sup>1</sup> La LII est le critère retenu pour l'analyse de sûreté du risque radiolyse des emballages de transport.

puissances thermiques de colis MI comprises entre 0 et 3 W, et indique que la valeur maximale de débit de production d'hydrogène et les durées maximales de transport de colis retenues pour l'emballage ETCMI seront justifiées dans la prochaine révision du dossier de sûreté du modèle de colis ETCMI. Dans ce cadre, l'IRSN estime que le CEA devrait s'assurer de la cohérence entre, d'une part les valeurs maximales de débit de production d'hydrogène et de temps de transport justifiées dans le dossier de sûreté du modèle de colis ETCMI, d'autre part les durées de « dégazage » des colis dans l'INB n°37-A retenues par le CEA. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 1 en annexe 2 au présent avis.**

Enfin, en réponse à la demande n° 2 de l'ASN relative au projet de modification des RGE, le CEA indique que, suite à la réévaluation des débits de production d'hydrogène et de l'augmentation du temps de « dégazage » des colis, la remise en puits d'un colis MI ne serait plus nécessaire en cas de perte de la ventilation compte tenu du fait que :

- l'emballage ETCMI chargé est connecté au sas d'exploitation, dont le volume libre d'équipements est évalué à 1 m<sup>3</sup> ;
- le sas d'exploitation dispose d'une respiration d'air équipée d'un filtre à très haute efficacité (THE) en partie supérieure qui permet d'assurer le dégazage de l'hydrogène dans le hall MI.

Le CEA considère donc que la limite inférieure d'explosivité LIE<sup>2</sup> de l'hydrogène ne serait en tout état de cause pas atteinte avant 48 heures, délai au terme duquel, après une indisponibilité de la ventilation procédé, la remise en service de celle-ci doit être assurée selon les RGE de l'INB n°37-A. **L'IRSN estime que les éléments présentés par le CEA permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande n° 2 de l'ASN.**

## **2.2. DISPOSITION DE MAÎTRISE DES RISQUES LIES A LA CHUTE D'UN EMBALLAGE DE TRANSPORT**

En réponse aux demandes n° 3 à n° 9 de l'ASN portant sur les risques de chute des emballages de transport (emballage ETCMI et château MI) lors de leur transfert au-dessus du puits d'entreposage E5, le CEA a transmis des compléments d'information et de nouvelles études techniques. **Le CEA a toutefois indiqué que les éléments de réponse aux demandes n° 7 et n° 9 de l'ASN seront transmis à la fin du premier trimestre 2021. Par ailleurs, concernant la demande n° 8 de l'ASN, le CEA n'a à ce stade apporté d'éléments de réponse qu'à l'égard de l'emballage ETCMI.**

Le CEA précise en premier lieu qu'une exigence de non-perforation de la trappe X6 et une exigence de stabilité d'ensemble du massif en béton pour le puits E5 sont retenues en cas de chute d'un emballage. Au cours de l'expertise, en réponse à la demande n° 6 de l'ASN, le CEA a indiqué qu'aucune exigence de confinement n'est attribuée au génie civil et à la trappe X6 du puits E5. **Les exigences de comportement retenues par le CEA, précisées en réponse à la demande n° 6 de l'ASN, n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

S'agissant des études complémentaires des scénarios de chute des emballages de transport, l'IRSN a examiné plus particulièrement les modélisations mises en œuvre par le CEA concernant :

- les projectiles (emballage ETCMI et château MI) ;
- les structures de génie civil ;
- les liaisons mécaniques entre les équipements impliqués (trappe/semelle, trappe/structure de génie civil) ;
- les matériaux constitutifs des différents équipements ;
- les interfaces de contact.

---

<sup>2</sup> La LIE est légèrement supérieure à la LII (respectivement 4,1 % et 4%).

**A l'issue de son expertise, l'IRSN retient que les modélisations mises en œuvre par le CEA pour étudier les effets de la chute d'un emballage sont globalement satisfaisantes et qu'elles permettent d'appréhender correctement les conséquences sur les équipements et le génie civil impactés lors de la chute. Même si certaines hypothèses d'études sont peu ou incomplètement justifiées, l'IRSN estime qu'elles ne mettent pas en cause les conclusions du CEA.**

Concernant les critères de résistance retenus par le CEA, l'IRSN estime qu'ils sont globalement adaptés aux effets étudiés (non-perforation et manœuvrabilité de la trappe). Par ailleurs, l'IRSN note que le CEA a réalisé une étude de sensibilité pour le cas enveloppe de la chute de l'emballage ETCMI (sensibilité au maillage, au pas de temps, aux coefficients de frottement, etc.). Pour l'IRSN, cette étude montre que les variations des paramètres étudiés ont globalement peu d'effet sur les résultats obtenus en termes de comportement global des équipements mécaniques lors de la chute, confirmant ainsi les choix de modélisation faits par le CEA.

**Aussi, l'IRSN considère que les éléments transmis par le CEA en réponse à la demande n° 3 de l'ASN sont globalement satisfaisants. La réponse à l'item c) de cette demande n° 3 est attendue dans le cadre de la réponse à la demande n° 9 de l'ASN.**

Compte tenu des résultats des études de chute obtenus par le CEA, **l'IRSN estime que l'absence de fissure traversante dans le béton suite à la chute de l'emballage au-dessus du puits n'est pas démontrée.** L'acceptabilité de telles fissures fait l'objet de la demande n° 7 de l'ASN pour laquelle le CEA n'a pas encore transmis d'éléments de réponse.

En tout état de cause, même si le massif béton en tête de puits était endommagé à la suite de la chute à plat d'un emballage ETCMI, localement fissuré, l'IRSN estime, comme le CEA, que les conséquences de cette fissuration, notamment en termes de débits de dose dans le hall MI, devraient être limitées. En effet, le maintien en place de la semelle d'exploitation et de la trappe X6 est acquis, même si la trappe n'assurerait plus de manière nominale son rôle de protection radiologique (potentielle ouverture du tiroir, déformation des portées de joints, rupture des liaisons vissées au niveau du caisson). L'IRSN estime cependant nécessaire que le CEA réalise une étude visant à vérifier que les exigences définies associées à l'entreposage E5 (respect du zonage radiologique défini pour le hall MI notamment) ne seraient pas mises en cause à la suite de la chute d'un emballage ETCMI. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 1 en annexe 1 au présent avis.**

D'autre part, des résultats des études réalisées par le CEA, l'IRSN considère que la chute d'un emballage de transport rendrait inopérante la semelle d'exploitation et que la trappe X6 ne serait plus manœuvrable. Au cours de l'expertise, le CEA a précisé que les colis entreposés dans le puits E5 seraient néanmoins dans un état sûr, du fait notamment des dispositions de prévention du risque d'explosion par accumulation d'hydrogène (ventilation du puits notamment). Par ailleurs, s'agissant de la disponibilité des fonctions de l'installation, le CEA a indiqué qu'il étudierait et mettrait en œuvre les actions nécessaires permettant de rendre au plus vite le puits E5 à nouveau disponible afin de réduire autant que possible l'impact sur la filière de gestion des déchets MI. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de l'IRSN et permettent de répondre aux demandes n° 4 et n° 5 de l'ASN.**

En outre, concernant l'endommagement de la semelle d'exploitation et de la trappe X6, l'IRSN estime qu'il ne conduirait pas à ce que ces équipements constituent des agresseurs des colis présents dans le puits. **Ceci doit cependant être confirmé en considérant le cas d'une chute inclinée de l'emballage, ce qui est inclus dans la demande n° 9 de l'ASN à laquelle le CEA n'a pas encore répondu.**

Enfin, en réponse à la demande de l'ASN n°8 relative aux conséquences sur les emballages eux-mêmes (château MI ou emballage ETCMI) en cas de chute, le CEA renvoie, pour le cas de l'emballage ETCMI, aux études réalisées au titre de la mise en œuvre de cet emballage dans l'INB n°164 pour conclure à l'absence d'endommagement de l'emballage ETCMI dans une telle situation. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN. Pour ce qui concerne le château MI, des éléments complémentaires sont attendus de la part du CEA pour répondre de manière complète à la demande n° 8 de l'ASN.**

### 3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par le CEA au cours de l'expertise, l'IRSN estime que le CEA a répondu de manière globalement satisfaisante aux demandes n° 1 à n° 6 et n° 8 (pour ce qui concerne l'emballage ETCMI), formulées par l'ASN dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en œuvre de l'emballage ETCMI dans l'INB n°37-A. Le CEA devra toutefois prendre en compte la recommandation formulée en annexe 1 au présent avis, relative à l'évaluation des débits de dose dans le hall des puits après une chute de l'emballage ETCMI.

Les éléments de réponse aux demandes n° 7 à n° 9 de l'ASN, ainsi qu'à la demande n° 8 pour ce qui concerne le château MI, restent à fournir par le CEA dans le cadre des suites de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en œuvre de l'emballage ETCMI dans l'INB n°37-A.

Enfin, afin d'améliorer la démonstration de sûreté, le CEA devrait tenir compte de l'observation formulée en annexe 2 au présent avis.

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

## **ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2021-00030 DU 23 FÉVRIER 2021**

### **Recommandation de l'IRSN**

#### **Recommandation n° 1**

L'IRSN recommande que le CEA réalise une étude visant à évaluer les débits de dose dans le hall des puits après une chute de l'emballage ETCMI, en tenant compte d'un endommagement enveloppe de la trappe X6 induit par la chute.

## **ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2021-00030 DU 23 FÉVRIER 2021**

### **Observation de l'IRSN**

#### **Observation n° 1**

L'IRSN estime que le CEA devrait s'assurer de la cohérence entre, d'une part les valeurs maximales de débit de production d'hydrogène et de temps de transport justifiées dans le dossier de sûreté du modèle de colis ETCMI, d'autre part les durées de « dégazage » des colis dans l'INB n°37-A retenues par le CEA.

## ANNEXE 3 À L'AVIS IRSN N° 2021-00030 DU 23 FÉVRIER 2021

### Rappel des demandes formulées par l'ASN

Dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en œuvre de l'emballage ETCMI dans l'INB n° 37-A, l'ASN a demandé au CEA d'apporter des compléments relatifs à :

1. l'évaluation de la production d'hydrogène associée à la réaction aluminium-béton au cours du temps dans l'ETCMI et la modification des exigences relatives à la prévention des risques liés au dégagement d'hydrogène ;
2. la précision, dans les règles générales d'exploitation (RGE), de l'organisation retenue en dehors des horaires normaux pour remettre un colis MI de puissance supérieure à 1 W dans le puits d'entreposage ;
3. l'étude de cas de chute de l'ETCMI sur la trappe équipée de la semelle, complétée notamment :
  - a. en réalisant des études de sensibilité pour justifier le conservatisme des déformations calculées,
  - b. en vérifiant la résistance des éléments de liaison,
  - c. en justifiant le scénario de chute à plat,
  - d. en justifiant formellement l'absence de conséquence de l'écart de modélisation sur la surface de contact entre la trappe et la semelle et en précisant le mode de liaison de ces éléments,
  - e. en justifiant les critères attribués aux structures par rapport aux exigences retenues, en particulier pour les zones singulières pour lesquelles un critère inférieur au critère retenu pourrait être plus adapté ;
4. l'évaluation du caractère manœuvrable de la trappe après la chute et les exigences de disponibilité des fonctions de l'installation ;
5. la justification du comportement de la trappe équipée de la semelle et de la collerette dans le cas d'une chute du château MI ;
6. aux exigences de comportement attribuées au génie civil et à la trappe X6 « vis-à-vis du confinement dynamique et de la dépressurisation du puits » ;
7. l'acceptabilité d'éventuelles fissures traversantes dans le béton en tête de puits en cas de chute d'un colis ;
8. l'absence d'endommagement significatif du colis de transport en cas de chute lors de son transfert au-dessus de la semelle ;
9. la justification du caractère pénalisant du scénario de chute à plat, par rapport à un scénario de chute inclinée.