

Fontenay-aux-Roses, le 7 octobre 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2021-00162

---

**Objet :** Transport interne - Établissement Orano La Hague  
Système de transport interne EMEM à operculaire - Programme d'essai de chute

---

**Réf. :** Lettre ASN CODEP-DTS-2021-032945 du 07 juillet 2021.

---

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur le programme d'essai de chute du système de transport interne EMEM (enceinte mobile d'évacuation de matériel) à operculaire<sup>1</sup> muni d'une protection mécanique, présenté par la société Orano Recyclage, dénommée ci-après « l'exploitant ».

Ce système de transport interne EMEM est exclusivement utilisé pour le transport interne, au sein de l'établissement Orano La Hague, de déchets technologiques et mécaniques irradiants (pompes, valves, filtres de ventilation, etc.), ainsi que de prises d'échantillons de matières radioactives liquides ou solides.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des compléments apportés par l'exploitant au cours de l'expertise, l'IRSN retient les éléments suivants.

### 1. CONTEXTE

Le système de transport interne EMEM à operculaire a été mis en service en 1987 au sein de l'établissement Orano La Hague. Lors de l'instruction du dossier de réexamen de sûreté de l'INB n° 116 (usine UP3-A) en 2015, les éléments présentés par la société Orano Recyclage ne permettaient pas de garantir l'étanchéité de ce système de transport en cas de chute libre. En effet, la virole interne et les vis de fixation de la contre-couronne du joint qui assure l'étanchéité du fond de l'emballage plastifiaient. Aussi, lors de cette instruction, l'exploitant s'est engagé à démontrer que les systèmes de transport EMEM « *garantissent le maintien des fonctions de sûreté, notamment la protection radiologique et le confinement, en situations incidentelles et accidentelles* » de transport « *y compris en cas de collision, et le cas échéant à proposer des améliorations* » permettant d'atteindre ces objectifs. En réponse à cet engagement, l'exploitant a présenté en 2016 les évolutions qu'il envisage de réaliser et les études de pré-dimensionnement associées. Ces évolutions consistent à transporter l'EMEM dans une protection mécanique (PM) dimensionnée pour assurer l'intégrité de l'EMEM pour une chute d'une hauteur

---

<sup>1</sup> Les systèmes de transport EMEM concernés par la présente expertise sont ceux à operculaire. Pour information, il existe sur l'établissement Orano La Hague des systèmes EMEM à barillet.

de 2,5 m sur une cible indéformable, à utiliser une nouvelle remorque adaptée au transport de l'EMEM dans sa PM et à modifier l'EMEM. Les modifications de l'EMEM portent notamment sur un changement de concept des tourillons et un remplacement de certaines vis de l'EMEM par des vis de qualité supérieure. S'agissant des études de pré-dimensionnement, l'exploitant retient six configurations de chute pour ses simulations numériques. Il a également indiqué en 2016 qu'il compléterait ses études numériques par une qualification de la mousse phénolique et par un essai de chute libre de la PM chargée d'une maquette représentative d'une EMEM dans l'objectif de valider le modèle de calcul numérique employé. Le programme d'essai de chute transmis par l'exploitant s'inscrit dans ce cadre.

## **2. DESCRIPTION DU SYSTÈME DE TRANSPORT EMEM ET DE SA PROTECTION MÉCANIQUE**

### **2.1. SYSTÈME DE TRANSPORT EMEM**

Le corps de l'EMEM, de forme générale cylindrique d'axe vertical, est composé de plusieurs viroles en acier inoxydable et d'une épaisseur de plomb renforçant la protection radiologique. En partie haute, l'EMEM est fermée par un ensemble de disques percés en leur centre pour laisser passer un grappin motorisé muni d'un soufflet servant à la préhension du contenu. La partie basse de l'EMEM est fermée par un ensemble de couronnes en acier inoxydable, un bouchon rempli de plomb et une tôle en acier inoxydable équipée d'un joint de type EPDM (éthylène-propylène-diène monomère) qui n'assure pas la fonction de confinement<sup>2</sup> de l'EMEM. L'EMEM dispose également de deux tourillons pour sa manutention. Un système de ventilation, alimenté par des batteries dans une armoire électrique autonome fixée à l'extérieur de l'EMEM, maintient une dépression dans la cavité en fonctionnement normal. Les EMEM utilisées sont de trois types qui se différencient selon le diamètre de leur cavité.

### **2.2. PROTECTION MÉCANIQUE**

La PM de l'EMEM assure les fonctions de protection mécanique et de confinement. La PM est composée de deux coques (inférieure et supérieure) et d'un couvercle interne spécifique à chaque type d'EMEM. Chaque coque, de forme cylindrique, est constituée d'une enveloppe en acier contenant de la mousse phénolique. Les EMEM sont positionnés dans la coque inférieure.

Le couvercle, vissé à la coque inférieure, est constitué d'une virole, d'une tôle de fermeture et d'une bride en acier inoxydable. Il est équipé de quatre filtres métalliques permettant d'éviter la montée en pression à l'intérieur de la PM. Un joint élastomère au niveau de la bride entre la coque inférieure et le couvercle assure la fonction de confinement. Chaque couvercle possède deux supports de tourillons permettant de garantir un calage de l'EMEM sur la coque inférieure.

La coque supérieure est fixée sur la coque inférieure par des broches à billes. La PM dispose également de plusieurs manilles pour permettre la réalisation des opérations de manutention et d'arrimage de celle-ci sur la remorque de transport dédiée.

## **3. EVALUATION DE L'ESSAI DE CHUTE**

En support au programme d'essai de chute transmis, les calculs numériques de pré-dimensionnement ont été mis à jour par l'exploitant afin notamment d'intégrer les dernières évolutions de concept de la PM. Dans ses calculs, l'exploitant retient six configurations de chutes : deux chutes axiales (une côté tête et une côté fond), deux chutes inclinées (une côté tête et une côté fond) et deux chutes latérales (impact côté corps et impact côté

---

<sup>2</sup> La fonction de confinement est dorénavant portée par le joint de la protection mécanique.

tourillon). Sur la base des résultats des simulations de ces six configurations de chutes, l'exploitant indique que la mousse phénolique de la PM remplit son rôle d'amortisseur et que les vis du couvercle, assurant l'étanchéité de la PM, restent dans leur domaine élastique. En outre, compte tenu d'une part des déformations plastiques obtenues sur les coques et le couvercle interne de la PM et d'autre part des bâillements obtenus au niveau du plan de joint de la PM, l'exploitant conclut que le maintien de l'étanchéité de la PM est assuré. Par ailleurs, même si les résultats des simulations montrent que plusieurs vis de l'EMEM perdent leur intégrité et que les niveaux de déformations obtenus sur plusieurs composants de l'EMEM sont supérieurs aux critères de déformation plastique retenus, l'exploitant indique que le maintien de la protection radiologique au sein de l'EMEM n'est pas mis en cause.

S'agissant de la configuration de chute latérale pour laquelle l'axe des tourillons est situé à l'horizontal, l'exploitant indique que la chute pourrait entraîner une rupture brutale des tourillons et donc la perte du maintien en position de l'EMEM dans sa PM. Aussi, l'exploitant a simulé un cas de chute latérale complémentaire considérant la rupture des tourillons et par conséquent la mise en contact de l'EMEM sur la PM lors de la chute. Il conclut pour cette chute complémentaire que le maintien de la protection radiologique de l'emballage et de l'étanchéité de la PM n'est pas mis en cause.

Les niveaux de bâillement du plan de joint de la PM maximaux sont obtenus pour la chute axiale impactant le sol au niveau du couvercle de la PM. Toutefois, la différence des niveaux de bâillement obtenus entre cette chute axiale et la chute latérale, pour laquelle l'axe des tourillons est situé à l'horizontal, est négligeable devant la taille des mailles des éléments des brides. De plus, la rupture des tourillons n'est pas exclue lors de la chute latérale et la proportion de mousse écrasée est supérieure pour la chute latérale par rapport à la chute axiale, ce qui pourrait augmenter les efforts transmis à la PM.

Au final, l'exploitant retient une EMEM de diamètre maximal et un essai de chute correspondant à une chute latérale pour laquelle l'axe des tourillons est situé à l'horizontal.

S'agissant du type d'EMEM retenu par l'exploitant, l'IRSN relève que l'essai de chute et les simulations numériques sont réalisés pour une EMEM de diamètre maximal dont les dimensions et la masse sont supérieures à celles des autres types d'EMEM, **ce qui est satisfaisant.**

Pour ce qui concerne la configuration de chute retenue, compte tenu du fait que l'objectif de l'essai de chute, dans la démonstration de sûreté de l'exploitant, est de valider le modèle de calcul numérique employé par ce dernier, **la configuration de chute retenue par l'exploitant, qui pourrait conduire à la rupture des tourillons de l'EMEM, n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.** En outre, cette configuration de chute devrait conduire à la rupture d'éléments vissés de plusieurs couronnes de l'EMEM, ce qui permettrait de quantifier un éventuel déplacement de la protection radiologique hors de l'EMEM, **ce qui est satisfaisant.** Toutefois, le caractère enveloppe des six configurations de chute simulées par l'exploitant n'est pas totalement démontré. En effet, une configuration de chute latérale avec fouettement pourrait conduire à des dommages plus importants sur le système de transport EMEM et sur sa PM. Aussi, l'IRSN estime que des justifications complémentaires devraient être apportées pour permettre de s'assurer du caractère enveloppe des configurations de chute retenues. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 1 en annexe 2 au présent avis.**

Pour la réalisation de l'essai, l'exploitant a prévu de positionner des accéléromètres piézo-électriques uni-axiaux sur les deux coques de la PM (deux par génératrices d'impact pour des raisons de redondance). L'échantillonnage de ces accéléromètres est de 100 kHz. Les signaux accélérométriques seront filtrés avec une fréquence de 300 Hz, 1000 Hz et 2000 Hz. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.** Néanmoins, les mesures d'accélération prévues par l'exploitant ne permettent pas de quantifier l'éventuel impact différé de l'EMEM sur la PM. Compte tenu des risques de rupture des tourillons lors de l'essai de chute, l'IRSN estime que des mesures d'accélération devraient être réalisées sur l'EMEM lors de l'essai afin de pouvoir recaler l'impact différé estimé par simulation numérique. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 2 en annexe 2 au présent avis.**

Enfin, l'IRSN relève que l'exploitant prévoit de réaliser des tests d'étanchéité de la PM avant et après l'essai de chute. **Ceci est satisfaisant.**

## 4. REPRÉSENTATIVITE DE LA MAQUETTE

S'agissant de la représentativité de la maquette d'essai, cette dernière sera constituée d'une PM à l'échelle 1 (composée de coques inférieure et supérieure et d'un couvercle interne) à l'intérieur de laquelle une EMEM (de diamètre maximal) à operculaire factice à l'échelle 1 sera introduite. La PM et l'EMEM seront équipés de leur joint et de leur visserie associée. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Néanmoins, étant donné le caractère unique de l'essai de chute, l'IRSN rappelle que les hypothèses d'études retenues dans les simulations numériques utilisées pour recalculer les calculs avec l'essai de chute doivent tenir compte de la température d'essai et être représentatives des caractéristiques géométriques et mécaniques, ainsi que de la masse de la maquette telle que construite. En effet, les caractéristiques mécaniques des matériaux retenues dans les simulations présentées par l'exploitant sont les valeurs minimales données par les normes en vigueur, ce qui est conservatif du point de vue de la sûreté. Néanmoins, la maquette pourrait avoir des caractéristiques mécaniques supérieures à ces valeurs minimales. L'objectif de l'essai de chute étant de valider le modèle de calcul numérique, **ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 1 en annexe 1 au présent avis.**

## 5. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, et en tenant compte des informations transmises par la société Orano Recyclage, l'IRSN estime que le programme d'essai de chute prévu par l'exploitant est pertinent pour valider le modèle de calcul numérique du système de transport EMEM. Néanmoins, la société Orano Recyclage devra prendre en compte la recommandation formulée en annexe 1 au présent avis.

Par ailleurs, l'IRSN rappelle que cet essai de chute ne constitue qu'une partie de la démonstration de sûreté du système de transport EMEM qui sera transmise lors de la demande de modification matérielle.

Enfin, afin d'améliorer la démonstration de sûreté de ce système de transport, l'IRSN estime que la société Orano Recyclage devrait prendre en compte les observations formulées en annexe 2 au présent avis.

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

## **ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2021-00162 DU 7 OCTOBRE 2021**

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

#### **Recommandation n° 1**

L'IRSN recommande que l'exploitant utilise les caractéristiques mécaniques telles que construites des différents éléments de l'EMEM et de sa protection mécanique dans les simulations numériques afin de recalibrer le modèle numérique.

## **ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2021-00162 DU 7 OCTOBRE 2021**

### **Observations de l'IRSN**

#### **Observation n° 1**

L'IRSN estime que l'exploitant devrait justifier qu'une chute latérale avec fouettement ne pourrait pas conduire à des dommages plus importants sur le système de transport EMEM et sa PM que la chute retenue pour l'essai.

#### **Observation n° 2**

L'IRSN estime que l'exploitant devrait quantifier l'éventuel impact différé de l'EMEM sur la protection mécanique lors de l'essai de chute afin de pouvoir recalculer ce phénomène par simulation numérique.