



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

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

Fontenay-aux-Roses, le 28 juillet 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2022-00165

**Objet :** CEA / MARCOULE – INB N° 148 / ATALANTE  
**Modification d'une exigence de sûreté portant sur les liquides organiques entreposés dans le local LOREA**

**Réf. :** Lettre ASN CODEP-MRS-2022-010247 du 24 février 2022.

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 la demande d'autorisation de modification notable relative à la suppression de l'exigence de sûreté portant sur le caractère « homogène et monophasique » des liquides organiques radioactifs (LOR) entreposés dans le local LOREA (Liquides organiques radioactifs entreposés dans ATALANTE) du bâtiment services généraux actifs (SGA) de l'installation nucléaire de base (INB) n° 148 (ATALANTE), transmise par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA). Cette exigence est issue de l'analyse du risque de corrosion lié à la présence d'une phase miscible à l'eau, dite « phase aqueuse » dans la suite du présent avis, dans les fûts de LOR entreposés dans le local LOREA.

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

### 1. CONTEXTE DE LA MODIFICATION

L'installation ATALANTE (Ateliers alpha et laboratoires d'analyses des transuraniens et d'études de retraitement) du CEA/Marcoule, constituée d'un ensemble de laboratoires, de cellules et de chaînes blindées, accueille des outils de recherche du CEA dans le domaine du traitement des combustibles irradiés et du conditionnement des déchets nucléaires de haute activité. Le local LOREA du bâtiment SGA d'ATALANTE abrite l'entreposage de LOR provenant de l'INB n° 148 et d'autres installations du CEA (INB n° 37 et n° 166) dans l'attente de leur traitement. À cet égard, selon le CEA, seule la moitié des LOR pourrait être traitée à court ou moyen terme dans l'installation de destruction des liquides organiques et des solvants (DELOS) du bâtiment SGA ou dans l'installation CENTRACO. Sur ce point, à l'issue de l'expertise du dernier réexamen périodique, le CEA a pris un engagement consistant à mettre en œuvre, à l'échéance de 2023, les dispositions nécessaires (augmentation de la cadence de traitement du procédé dans DELOS, création de l'interface entre LOREA et DELOS) pour traiter au plus tôt les LOR entreposés dans l'installation ATALANTE.

Pour l'autre partie des LOR, qui devront être traités par des procédés encore au stade des études de laboratoire ou en phase de développement industriel, la durée d'entreposage estimée par le CEA est supérieure à dix ans.

MEMBRE DE  
**ETSON**

L'entreposage LOREA, d'une capacité de 54 fûts, comporte actuellement 46 fûts en acier inoxydable de 200 litres, placés dans une lèchefrite en acier inoxydable fixée à une structure de supportage ancrée au génie civil du local. Les fûts de LOR qui y sont entreposés sont inertés à l'azote en raison du risque de radiolyse de ces solutions organiques.

Le référentiel de sûreté de l'INB n° 148 indique notamment que les LOR pouvant être entreposés dans le local LOREA doivent respecter les critères suivants à l'égard des risques de corrosion :

- « être conditionnés dans des fûts compatibles avec leurs caractéristiques physico-chimiques et radiologiques et dont la qualité de réalisation est adaptée au rôle de confinement qu'ils assurent ;
- [...] constituer un lot homogène et monophasique exempt de particules de granulométrie supérieure à 200  $\mu\text{m}$  » ; cette exigence permet, en particulier, de s'affranchir du risque de corrosion induit par la présence d'une phase aqueuse en fond de fût.

En 2019, le CEA a réalisé des prises d'échantillons (PE) dans les fûts de LOR entreposés dans le local LOREA afin de s'assurer, notamment, de leur caractère monophasique. Les résultats d'analyse de ces PE ont mis en évidence la présence de deux phases dans huit fûts de LOR de type « fût ZELORA » provenant de l'INB n° 37. Considérant que ceci constitue une sortie du domaine de fonctionnement autorisé par les règles générales d'exploitation (RGE), le CEA a déclaré un évènement significatif pour la sûreté.

Parmi ces huit fûts, quatre d'entre eux sont en acier inoxydable avec un revêtement interne en résine fluorocarbonée de type HALAR® visant à se prémunir contre les risques de percement par corrosion. Les quatre autres fûts sont également en acier inoxydable mais ne sont pas munis de ce revêtement interne. Néanmoins, sur la base d'une analyse présentée dans le compte rendu de cet évènement significatif (CRES), le CEA a écarté les risques de corrosion dans ces huit fûts.

Dans ce contexte, le CEA demande l'autorisation de supprimer, du référentiel de sûreté de l'installation, l'exigence de sûreté concernant le caractère « homogène et monophasique » des LOR entreposés dans le local LOREA.

## 2. RÉSULTATS DES ANALYSES DES PRISES D'ÉCHANTILLONS

Les prises d'échantillon réalisées en 2019 dans les 46 fûts entreposés dans le local LOREA avaient pour objectif d'analyser la composition chimique des LOR, notamment la concentration en ions chlorures, en nitrates et en sulfates, et de vérifier l'état monophasique des LOR.

Au cours de cette vérification, les mesures réalisées ont montré une grande diversité dans les compositions chimiques des LOR entreposés. De plus, le CEA a détecté les écarts suivants quant à l'état monophasique des LOR :

- sept « fûts ZELORA » contiennent deux phases dont l'une est miscible à l'eau (dite phase aqueuse) parmi lesquels :
  - trois n'ont pas de revêtement interne de type HALAR®,
  - quatre sont revêtus de HALAR® ;
- un « fût ZELORA » n'a pas de revêtement interne de type HALAR® et contient deux phases non miscibles à l'eau que le CEA considère être des phases organiques.

Le CEA a également mesuré le pH des phases aqueuses mises en évidence dans certains fûts.

Enfin, le CEA indique que l'ensemble des prises d'échantillons et analyses associées précitées sera reconduit tous les dix ans sur tous les fûts entreposés dans le local LOREA.

### 3. ANALYSE DES RISQUES DE CORROSION DES FÛTS

#### 3.1. CAS DES FÛTS REVÊTUS DE HALAR®

S'agissant des fûts munis d'un revêtement interne HALAR® et contenant des LOR dans lesquels une phase aqueuse a été détectée, le CEA considère que « *les fûts munis d'un revêtement HALAR présentent une haute résistance à l'abrasion et la corrosion. Il n'y a donc pas de conséquence pour ces fûts* ». Ainsi, le CEA considère que le risque de corrosion est exclu pour l'ensemble des fûts revêtus de HALAR®. **Pour l'IRSN, cette analyse est acceptable à condition de s'assurer du maintien dans le temps des performances de ce revêtement au regard de l'effet des rayonnements ionisants.**

Sur ce point, le CEA précise que le revêtement interne des fûts de type HALAR® a été choisi, à la suite des événements de percement de fûts survenus en 2003 dans le local ZELORA de l'INB n° 37, pour ses propriétés de résistance aux produits chimiques corrosifs, sa tenue à l'irradiation dans le temps et sa compatibilité avec la composition chimique et radiologique des LOR entreposés dans le local ZELORA. De plus, au cours de l'expertise du dernier réexamen périodique, il a indiqué que l'épaisseur de ce revêtement varie entre 500 et 1 000 µm et que, dans la zone la plus fine, la durée nécessaire pour que ce revêtement soit entièrement détruit par les rayonnements induits par les solutions est supérieure à 50 ans. À cet égard, le CEA a pris, à l'issue de cette expertise, un engagement consistant à vérifier, à l'échéance de 2026, l'épaisseur du revêtement anti-corrosion pour le fût présentant l'activité radiologique maximale. L'IRSN avait estimé cet engagement satisfaisant en l'état des connaissances sur les LOR à l'époque de ce réexamen. **Toutefois, compte tenu des résultats des analyses postérieures au réexamen périodique qui ont montré la présence d'une phase aqueuse dans certains de ces fûts, l'IRSN considère que cet engagement n'est plus suffisant. En outre, la démonstration du CEA de la résistance du revêtement HALAR® aux rayonnements induits par les LOR repose sur des hypothèses (type de rayonnement, activité des LOR, débit de dose...) qui ne sont plus représentatives de l'ensemble des LOR entreposés dans le local LOREA de l'installation ATALANTE.**

Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n°1 en Annexe 1 de cet avis.

#### 3.2. CAS DES FÛTS DE LOR SANS REVÊTEMENT HALAR®

S'agissant des fûts ne disposant pas de revêtement interne de type HALAR® et contenant des LOR dans lesquels une phase aqueuse a été détectée, le CEA indique qu'en l'absence de concentration élevée de chlorures (concentration inférieure à quelques dizaines de g/L), les effluents ne nécessitent pas d'être reconditionnés dans des fûts munis d'un revêtement HALAR®. Ainsi, sur la base d'une comparaison des teneurs en ions agressifs (chlorures) et en ions inhibiteurs de corrosion (nitrates principalement et sulfates dans une moindre mesure), il considère que le risque de corrosion par piqûre peut être écarté, à condition que « *la teneur en chlorures dans cette phase n'évolue pas dans le temps sous l'effet de la radiolyse et que les ciels des fûts soient maintenus sous atmosphère inerte* ». **L'IRSN estime que l'approche théorique retenue par le CEA est applicable pour évaluer les risques de corrosion localisée en présence de chlorures et en milieu aqueux.**

Toutefois, pour l'un des fûts, la teneur en ions inhibiteurs est juste suffisante pour neutraliser l'influence des ions agressifs. En outre, dans le CRES des événements survenus en 2003 dans l'installation ZELORA de l'INB n° 37, le CEA indiquait qu'il est impossible de définir un seuil de concentration en chlorures en phase aqueuse, à partir duquel le risque de percement des fûts peut être exclu. Sur ce point, ce CRES mentionne également, dans le cas de présence de phase aqueuse, la difficulté de procéder à la séparation totale des phases organique et aqueuse. Ainsi, en cas de séparation incomplète, le faible volume de phase aqueuse résiduelle peut se concentrer en chlorures et conduire, comme cela a été constaté dans certains cas, à des percements très rapides (en quelques semaines) des « fûts ZELORA » non revêtus de HALAR®.

Par ailleurs, le pH de la phase aqueuse étant acide, le type de corrosion pourrait ainsi ne pas se limiter à la seule piqûration, mais également consister en une corrosion sous contrainte dans les zones écrouies, comme cela a été constaté sur certains fûts de l'installation ZELORA.

Enfin, le CEA n'a pas été en mesure de justifier l'absence d'évolution dans le temps de la composition chimique des solutions organiques sous l'effet des rayonnements ionisants (notamment l'augmentation du potentiel oxydant par radiolyse). À cet égard, il indique dans le CRES que : « *La chimie des mélanges de solutions organiques étant complexe, l'apparition d'une deuxième phase est une éventualité probable. En effet, la radiolyse et l'hydrolyse sont connues pour dégrader les molécules organiques. Cette dégradation peut démixer les solutions organiques et induire l'apparition d'une deuxième phase susceptible d'être miscible à l'eau* ».

À cet égard, les trois fûts de LOR non revêtus de HALAR® et contenant une phase aqueuse font partie des LOR dont le procédé de traitement est encore en phase de développement et pour lesquels la durée d'entreposage est supérieure à dix ans.

**Aussi, compte tenu de l'ensemble de ces éléments, l'IRSN considère que la périodicité de dix ans des analyses retenue par le CEA pour suivre l'évolution de la composition chimique des LOR et détecter l'apparition éventuelle d'une phase aqueuse dans les fûts de LOR non revêtus de HALAR® n'est pas adaptée au regard des risques de percement mis en évidence.**

**En outre, l'IRSN considère que les fûts de LOR qui présentent une phase aqueuse doivent, dans les meilleurs délais, être reconditionnés dans des fûts disposant d'un revêtement interne visant à se prémunir contre les risques de percement par corrosion.** Dans ce contexte, le CEA devra reconditionner prioritairement les trois fûts de LOR contenant d'ores et déjà une phase aqueuse.

**Ces points conduisent l'IRSN à formuler la recommandation n°2 en annexe 1 au présent avis.**

S'agissant des opérations de reconditionnement des fûts, le CEA indique, dans le rapport de sûreté de l'installation ATALANTE, qu'en cas de détection d'une présence de liquide dans la lèchefrite d'un fût, le contenu du fût sera transvasé dans un fût neuf et que cette opération sera réalisée dans un sas de confinement en vinyle ventilé implanté autour du fût fuyard. Le CEA a précisé, au cours de l'expertise, que le local d'entreposage sera interdit d'accès et que le port du masque y sera obligatoire. En outre, le contenu du fût fuyard serait ensuite transféré dans un fût vide avec revêtement HALAR®. **L'IRSN considère que ces dispositions devraient être mentionnées dans les RGE.**

**En tout état de cause, il appartient au CEA de définir les dispositions techniques associées (disponibilité de fûts revêtus de HALAR®, consigne et mode opératoire...) afin d'être en mesure de procéder rapidement au transfert du contenu d'un fût fuyard dans un fût neuf protégé contre les risques de corrosion.**

S'agissant du « fût ZELORA » non revêtu de HALAR® et contenant deux phases non miscibles à l'eau que le CEA considère être des phases organiques, le CEA n'a pas justifié l'absence de risque de corrosion dans ce fût au regard de la concentration en chlorures de 0,72 g/L mesurée dans ces phases supposées organiques. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n°1 en annexe 2 au présent avis.**

## 4. RÉFÉRENTIEL DE SÛRETÉ

Le CEA a transmis à l'appui de la demande d'autorisation des projets de modification des RGE et du rapport de sûreté. **Ces projets sont globalement acceptables. Il conviendrait néanmoins que le CEA prenne en compte les conclusions de la présente expertise dans la mise à jour des RGE et du rapport de sûreté.**

## 5. 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 la suppression de l'exigence de sûreté sur le caractère monophasique des solutions contenues dans les fûts entreposés dans le local LOREA est acceptable dans la mesure où cette exigence s'avère difficile à vérifier dans un certain nombre de cas. Toutefois, les dispositions de prévention des risques de corrosion dans les fûts de LOR entreposés dans le local LOREA doivent être améliorées. Ces points font l'objet de recommandations formulées en annexe 1 au présent avis.

En outre, l'IRSN estime que le CEA devrait tenir compte l'observation formulée en annexe 2 au présent avis afin de compléter l'analyse des risques de corrosion d'un fût non revêtu de HALAR® contenant deux phases organiques.

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe du Directeur de l'expertise de sûreté

## ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2022-00165 DU 28 JUILLET 2022

### Recommandations de l'IRSN

#### Recommandation N° 1

L'IRSN recommande que le CEA s'assure périodiquement du maintien des performances du revêtement en HALAR® des fûts de liquides organiques radioactifs entreposés dans le local LOREA de l'installation ATALANTE. Ce contrôle devra être intégré dans le référentiel de sûreté en précisant les exigences de sûreté associées.

#### Recommandation N° 2

L'IRSN recommande que, pour les liquides organiques radioactifs entreposés dans le local LOREA de l'installation ATALANTE, le CEA :

- retienne une périodicité adaptée pour suivre l'évolution de leur composition chimique et détecter l'éventuelle apparition d'une phase aqueuse dans les fûts non revêtus de HALAR® ;
- reconditionne les fûts de liquides organiques radioactifs qui présentent une phase aqueuse dans des fûts disposant d'un revêtement interne visant à se prémunir contre les risques de percement par corrosion ;
- intègre dans le référentiel de sûreté les deux actions précitées et leurs exigences de sûreté associées.

## **ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2022-00165 DU 28 JUILLET 2022**

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

#### **Observation N° 1**

L'IRSN estime que le CEA devrait justifier l'absence de risques de corrosion dans le fût contenant deux phases organiques non revêtu de HALAR® entreposé dans le local LOREA de l'installation ATALANTE.