



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

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

Fontenay-aux-Roses, le 11 octobre 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2023-00148

---

**Objet :** CEA/Cadarache - INB n°22  
Entreposage dans l'installation CASCAD de combustibles OSIRIS en conteneurs CO5EC

---

**Réf. :** Lettre ASN CODEP-MRS-2023-025858 du 31 mai 2023.

---

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 dossier de sûreté transmis par le directeur du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) du site de Cadarache à l'appui de la demande de modification notable portant sur l'entreposage de combustibles OSIRIS en conteneur à cinq éléments combustibles (CO5EC) dans l'installation nucléaire de base (INB) n° 22 (CASCAD). La demande de l'ASN porte sur les justifications présentées concernant la prévention des risques de criticité, les autres risques de la démonstration de sûreté n'étant pas affectés par cette modification.

De l'évaluation des documents transmis, l'IRSN retient les principaux éléments suivants.

### 1. PRÉSENTATION DE LA MODIFICATION

Implantée sur le centre CEA de Cadarache, l'INB n°22 est constituée des installations Pégase et CASCAD. L'installation CASCAD assure l'entreposage à sec de combustibles irradiés. Elle abrite principalement un sas camion, une zone de réception des emballages de transport, une cellule de manutention et une cellule d'entreposage accueillant les combustibles irradiés dans l'attente d'une évacuation pour retraitement ou, à défaut, pour stockage.

La demande de modification concerne l'entreposage dans l'installation CASCAD d'éléments combustibles irradiés OSIRIS en conteneur à cinq éléments combustibles (CO5EC) avec la possibilité de les mixer avec les conteneurs à quatre éléments combustibles (CO4EC) dans un même puits d'entreposage. Pour rappel, l'entreposage des éléments combustibles irradiés OSIRIS en conteneurs CO4EC est déjà autorisé dans l'installation CASCAD.

Les conteneurs CO5EC ont des caractéristiques géométriques identiques aux conteneurs CO4EC. Ils ne diffèrent que par le type de panier qui sert à maintenir les éléments combustibles en place. Le panier du conteneur CO5EC comporte ainsi cinq logements disposés en croix, alors celui du conteneur CO4EC n'en comporte que quatre. Chaque élément combustible OSIRIS se présente sous la forme d'un assemblage de plaques combustibles. Il existe deux types d'éléments combustibles : les éléments dits « standards » et les éléments de contrôle contenant un nombre de plaques combustibles réduit par rapport aux éléments standards.

MEMBRE DE  
**ETSON**

Les combustibles OSIRIS conditionnés en CO5EC arriveront dans l'installation CASCAD chargés dans un emballage IR800. Le colis IR800 sera réceptionné dans le sas camion de l'installation et placé sur un chariot de transfert, afin de rejoindre la salle de réception des colis, puis la cellule de déchargement des colis, qui est en communication directe avec la cellule de manutention. Cette dernière permet ensuite de réaliser les opérations de déchargement et de transfert des conteneurs CO5EC depuis l'emballage de transport vers les puits de la cellule d'entreposage. Une fosse de réception des combustibles constituée de trois emplacements, accessible depuis la cellule de manutention, peut également recevoir des conteneurs lors des phases de chargement ou de déchargement des conteneurs. Les opérations réalisées avec les conteneurs CO5EC sont identiques à celles décrites dans le référentiel de sûreté applicables.

## 2. ÉVALUATION DE L'IMPACT DE LA MODIFICATION SUR LA DÉMONSTRATION DE SÛRETÉ-CRITICITÉ

Dans l'analyse transmise à l'appui de sa demande d'autorisation de modification, l'exploitant justifie la maîtrise du risque de criticité lors des opérations réalisées avec les nouveaux conteneurs CO5EC.

### *Réception des conteneurs CO5EC dans l'installation CASCAD*

Pour ce qui concerne la réception des conteneurs CO5EC en colis IR800 dans le sas camion de l'installation CASCAD, l'exploitant indique dans son analyse que la justification de la sous-criticité de cette opération est couverte par le dossier de sûreté de transport relatif au modèle de colis IR800. Le capot amortisseur du colis n'étant retiré qu'après le transfert du colis sur le chariot de transfert et ce dernier permettant par conception d'écarter la chute du colis, **ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

### *Autres opérations réalisées avec les conteneurs CO5EC dans l'installation CASCAD*

Pour justifier la sous-criticité des autres opérations, l'exploitant définit comme milieu fissile de référence un réseau de plaques combustibles d'oxyde d'uranium à la densité maximale théorique, gainées de zircaloy, non modéré, de caractéristiques correspondant à celles du combustible OSIRIS. Chacun des éléments combustibles placés dans les cinq logements du panier est modélisé par un parallélépipède dont les dimensions sont enveloppes de la partie active d'un élément combustible OSIRIS. **Compte tenu de la densité maximale considérée pour l'oxyde d'uranium et de la modélisation de l'âme des plaques, l'IRSN estime que le volume retenu par élément combustible conduit à une masse de matière fissile conservative, ce qui est satisfaisant.**

Les modes de contrôle de la criticité retenus par l'exploitant pour l'ensemble des configurations (hors colis IR800) sont la limitation de la masse de matière fissile (par le biais du nombre d'éléments par conteneur), associée à la géométrie (des éléments combustibles, des conteneurs CO5EC et des puits) et la modération. L'absence de modérateur dans les conteneurs est garantie du fait qu'ils sont soudés étanches et inertés avant leur envoi dans l'installation CASCAD. Ces dispositions sont identiques à celles actuellement retenues pour les autres conteneurs entreposés dans l'installation et font l'objet d'exigences définies dans les règles générales d'exploitation, les conteneurs étant des éléments importants pour la protection des intérêts (EIP).

Pour démontrer la sûreté-criticité de l'entreposage des conteneurs CO5EC dans les puits de la casemate d'entreposage et dans la fosse de réception des combustibles, l'exploitant a réalisé une nouvelle étude de criticité avec ce type de conteneur en considérant les mêmes configurations normales et incidentelles que celles identifiées dans le référentiel actuellement applicable. En particulier, il considère l'absence d'eau dans les conteneurs CO5EC en situations normale et incidentelle, comme c'est déjà le cas pour les conteneurs CO4EC. Les résultats de  $k_{\text{eff}}$  obtenus présentent des marges importantes au regard des critères d'admissibilité, notamment du fait de l'absence de modération de la matière fissile. **La justification apportée par l'exploitant est satisfaisante.**

En outre, l'exploitant justifie la sous-criticité de l'entreposage en cas de mixage de conteneurs CO4EC et CO5EC dans un même puits d'entreposage, par le fait que les milieux fissiles de référence sont identiques et ont donc des spectres neutroniques similaires. **Les éléments apportés par l'exploitant pour justifier la sûreté-criticité du mixage des conteneurs CO4EC et CO5EC dans un même puits d'entreposage n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

Enfin, l'exploitant considère que les opérations de manutention d'un conteneur CO5EC dans la cellule de manutention sont couvertes en situation normale par l'étude de criticité relative à l'entreposage en puits avec un niveau supplémentaire de conteneurs. Par ailleurs, il indique que les situations incidentelles de manutention d'un conteneur CO5EC sont couvertes par la configuration du colis isolé de l'étude de criticité relative au modèle de colis IR800, cette dernière considérant des hypothèses enveloppes, notamment tous les éléments combustibles du colis ruinés (matière fissile sous forme de sphère) modérés par une quantité limitée d'eau (0,1 litre) et entourés par les matériaux constituant les internes du colis. **La sous-criticité du CO5EC en situation incidentelle est justifiée en présence de 0,1 litre d'eau, ce qui est acceptable compte tenu du maintien de l'étanchéité du conteneur en cas de chute.**

### 3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, l'IRSN considère satisfaisantes les justifications présentées concernant la prévention des risques de criticité pour l'entreposage dans l'INB n°22 CASCAD d'éléments combustibles irradiés OSIRIS en conteneur CO5EC et leur mixage dans les puits avec des éléments combustibles irradiés OSIRIS en conteneurs CO4EC.

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au directeur de l'expertise de sûreté