

Fontenay-aux-Roses, le 13 avril 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00133

- Objet : CEA/Cadarache  
Éole et Minerve/INB n° 42 et 95  
Utilisation des conteneurs TN90, AA41, AA203 et AA204 dans le cadre des opérations de réception ou d'expédition de matières fissiles
- Réf. **1. Lettre ASN CODEP-MRS-2017-007002 du 16 février 2017**  
2. Décision n° 2014-DC-0466 de l'ASN du 30 octobre 2014  
3. Décision n° CODEP-CLG-2016-049370 de l'ASN du 16 décembre 2016  
4. Lettre ASN CODEP-MRS-2016-003466 de l'ASN du 1<sup>er</sup> février 2016

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 la demande d'autorisation, formulée en janvier 2017 par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), relative à l'utilisation, dans les installations Éole et Minerve, des conteneurs AA41, AA203 et AA204 lors d'opérations de réception ou d'expédition de matières fissiles. Même si cela n'est pas explicitement indiqué dans la demande d'autorisation, celle-ci concerne également les conteneurs TN 90 pour l'expédition des assemblages « RJH ». En particulier, l'ASN demande à l'IRSN d'examiner les dispositions de maîtrise des risques de criticité retenues par le CEA lors de ces opérations ainsi que les justifications de l'absence de conséquences pour la sûreté en cas de chute accidentelle de l'un de ces conteneurs.

De l'examen des éléments présentés par le CEA dans le dossier joint à la demande d'autorisation complétés par les informations complémentaires transmises lors de l'instruction, l'IRSN retient les principaux points suivants.

### Contexte

Les installations Éole et Minerve constituent respectivement les installations nucléaires de base (INB) n° 42 et 95 situées sur le centre du CEA de Cadarache. Elles comportent des réacteurs d'expérimentation de type « maquette critique » de faible puissance thermique, principalement destinés aux études neutroniques réalisées en support au développement de diverses filières électronucléaires.

Il convient de rappeler que, à l'issue de l'examen des dossiers de réexamen de sûreté des installations Éole et Minerve, l'ASN a édicté des prescriptions portant sur le renforcement

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 8 440 546 018

sismique de ces installations et sur l'évacuation des matières radioactives qu'elles contiennent dans l'objectif de réduire les conséquences radiologiques susceptibles d'être induites en cas de séisme majoré de sécurité (SMS). À la suite d'une analyse technico-économique, le CEA a finalement décidé d'arrêter définitivement les installations Éole et Minerve au plus tard le 31 décembre 2017. S'agissant de l'évacuation des matières radioactives, le CEA a évacué à ce jour, conformément à la décision citée en deuxième référence, une quantité de matières radioactives permettant de réduire de 95 % l'impact radiologique de ces installations en cas de séisme de niveau SMS (en comparaison de l'inventaire de référence établi par le CEA en mars 2014).

### Description de la modification

Dans le cadre de la demande d'autorisation précitée, le CEA souhaite mettre en œuvre, lors d'opérations de réception et d'expédition de matières fissiles, des conteneurs non mentionnés dans le référentiel de sûreté des installations Éole et Minerve. Ces conteneurs sont de type :

- AA204 pour la réception puis l'évacuation de crayons  $UO_2$  « Epicure » nécessaires à la réalisation du dernier programme expérimental qui sera mené dans le réacteur Éole en 2017, ces crayons étant actuellement entreposés dans l'installation Magenta du centre CEA de Cadarache<sup>1</sup> (INB n°169) ;
- TN90, AA41, AA203 ou AA204 pour l'évacuation de matières radioactives actuellement présentes dans les installations Éole et Minerve dans l'objectif de diminuer, conformément à la décision citée en troisième référence, l'impact radiologique en cas de séisme d'au moins 99 % au plus tard au 31 décembre 2020 (toujours en comparaison de l'inventaire de référence établi en mars 2014).

Les matières radioactives concernées par l'utilisation des conteneurs TN90, AA41, AA203 ou AA204, objets de la présente demande d'autorisation du CEA, sont décrites dans le référentiel de sûreté des installations Éole et Minerve. Il s'agit :

- de crayons  $UO_2$  dont l'uranium présente une teneur en  $^{235}U$  inférieure à 5 % ;
- d'assemblages à plaques cintrées en alliage  $U_3Si_2-Al$  dont l'uranium présente une teneur en  $^{235}U$  inférieure à 27,2 % (appelés assemblages « RJH », ils ont été utilisés pour la qualification des outils de calculs neutroniques destinés au réacteur Jules Horowitz en cours de construction sur le centre CEA de Cadarache) ;
- d'assemblages à plaques en U-Al dont l'uranium présente une teneur en  $^{235}U$  inférieure à 93,5 % (appelés assemblages « Minerve », ils sont utilisés dans la zone « nourricière » de la maquette critique Minerve).

Il convient de souligner que le CEA a confirmé, au cours de l'instruction, que les crayons d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium mentionnés dans le dossier transmis à l'appui de la demande d'autorisation n'étaient finalement pas concernés par ladite demande. En effet, les seules matières radioactives sous forme de crayons contenant du plutonium encore présentes dans les installations Éole et Minerve sont les crayons « Morgane » qui ont fait l'objet, en février 2016, d'un accord de l'ASN pour être transférés et conditionnés en emballage TN-BGC1 (cf. lettre citée en quatrième référence).

---

<sup>1</sup> Il convient de noter que, en raison de la nature des crayons « Epicure », le retour de ces derniers dans les installations Éole et Minerve ne modifie pas l'ordre de grandeur de l'impact radiologique en cas de séisme de niveau SMS.

Les opérations de réception et d'expédition des crayons UO<sub>2</sub> décrites par le CEA sont identiques à celles prévues pour les assemblages « RJH ». En vue de leur expédition, ces matières (assemblages « RJH » et crayons UO<sub>2</sub>), conditionnées en conteneurs spécifiques, seront transférées, au moyen du pont roulant du hall des réacteurs Éole et Minerve, des locaux d'entreposage situés au sous-sol du bâtiment jusqu'à « l'enceinte alpha<sup>2</sup> » située dans le hall. Le CEA indique dans son dossier que la masse de matières fissiles dans cette enceinte sera limitée au contenu d'un seul conteneur de crayons UO<sub>2</sub> ou au contenu d'un seul assemblage « RJH ». Le CEA prévoit de reconditionner dans « l'enceinte alpha » les crayons UO<sub>2</sub> et les assemblages « RJH » dans un conteneur de type TN90, AA41, AA203 ou AA204 qui sera ensuite transféré, à l'aide d'un chariot manuel, jusqu'à l'aire de chargement située dans le hall des réacteurs Éole et Minerve. Enfin, le conteneur sera chargé, au moyen du pont roulant, dans un emballage de transport de type TN-BGC1 en vue de son évacuation. Le CEA indique par ailleurs que la hauteur maximale de manutention d'un conteneur au moyen du pont roulant est de 2 mètres.

S'agissant des assemblages « Minerve », le CEA précise qu'il les manutentionnera manuellement et unitairement depuis les locaux d'entreposage jusqu'à l'aire de chargement pour ensuite les introduire unitairement dans un conteneur de type AA41, AA203 ou AA204. Ce dernier sera alors chargé, au moyen du pont roulant, dans un emballage TN-BGC1 en vue de son évacuation (hauteur maximale de manutention de 2 mètres également).

Le CEA précise que les opérations de réception, pour l'ensemble des matières précitées, seront réalisées dans l'ordre inverse des opérations d'expédition décrites ci-avant.

S'agissant du référentiel de sûreté, il est à noter que les rapports de sûreté et les règles générales d'exploitation (RGE) en vigueur des installations Éole et Minerve prévoient :

- l'utilisation du conteneur TN90 lors des opérations de réception ou d'expédition des crayons UO<sub>2</sub> précités, ces opérations étant identiques à celles décrites par le CEA dans le dossier transmis à l'appui de la demande d'autorisation, pour l'utilisation des conteneurs AA41, AA203 ou AA204, ;
- le transfert des assemblages « RJH » des locaux d'entreposage jusqu'à « l'enceinte alpha » dans des conditions identiques à celles prévues par le CEA dans le dossier transmis à l'appui de la demande d'autorisation ;
- le transfert des assemblages « Minerve » depuis les locaux d'entreposage jusqu'à l'aire de chargement dans des conditions identiques à celles prévues par le CEA dans le dossier à l'appui de la demande d'autorisation.

En support à sa demande d'autorisation, le CEA a transmis des propositions de modification des rapports de sûreté et des RGE relatives aux :

- conditions d'utilisation d'un conteneur AA41, AA203 ou AA204 pour les opérations de réception et d'expédition des crayons UO<sub>2</sub> ou d'un assemblage « Minerve » ;
- conditions d'utilisation d'un conteneur TN90, AA41, AA203 ou AA204 pour les opérations d'expédition des assemblages « RJH ».

---

<sup>2</sup> L'enceinte alpha est le local où sont réalisées les opérations de manipulation de crayons (changement de surgaine, marquage, mise en conteneur), d'échantillons ou d'assemblages « RJH ». Cette cellule accueille plusieurs postes de travail utilisés notamment pour le reconditionnement des crayons combustibles.

En effet, bien qu'implicite dans le dossier du CEA, la demande d'autorisation porte également sur l'utilisation du conteneur TN90 pour l'expédition des assemblages « RJH » (utilisation actuellement non prévue dans les rapports de sûreté des installations Éole et Minerve).

### Évaluation des risques

#### *Risques de criticité*

Concernant les opérations prévues relatives aux crayons UO<sub>2</sub> dans « l'enceinte alpha », la démonstration de la maîtrise des risques de criticité en vigueur, présentée dans les rapports de sûreté des installations, considère un milieu fissile de référence constitué d'un mélange homogène d'uranium métallique et d'eau, l'uranium présentant une teneur en <sup>235</sup>U de 93,5 %. Les modes de contrôle de la criticité reposent sur la limitation de la masse de matières fissiles (quantité de matière fissile par conteneur et masse de matière fissile en cours de manipulation au niveau du poste de travail de l'enceinte alpha dédié aux opérations de conditionnement des crayons combustibles) associée à la géométrie (dimensions internes et épaisseur de paroi des conteneurs, distance séparant les matières fissiles en présence dans « l'enceinte alpha »). L'étude de criticité établie par le CEA en support de l'analyse de sûreté présentée dans les rapports de sûreté considère le reconditionnement des crayons contenus dans un conteneur de type « AA204 modifié » dans un conteneur TN90 ou inversement. Le CEA estime que la prise en compte, dans l'étude de criticité, d'un conteneur AA41, AA203 ou AA204 au lieu d'un conteneur TN90 est favorable à l'égard de la prévention des risques de criticité (toutes choses étant égales par ailleurs), les dimensions du conteneur TN90 prises en compte dans le modèle (diamètre interne, épaisseur de la paroi et hauteur utile) étant supérieures ou égales à celles des conteneurs AA41, AA203 et AA204. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

S'agissant des opérations prévues concernant les assemblages « RJH », le mode de contrôle de la criticité en vigueur dans « l'enceinte alpha » repose sur la limitation de la masse de matières fissiles dans la cellule, celle-ci étant limitée au contenu d'un seul assemblage à la fois. Le milieu fissile de référence considéré est un milieu hétérogène sous forme de plaques combustibles U<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>-Al modéré par de l'eau. L'uranium présente une teneur en <sup>235</sup>U égale à 27,2 %. L'étude de criticité réalisée en support à la démonstration présentée dans les rapports de sûreté a été effectuée en modélisant le milieu fissile sous forme d'une sphère réfléchi par 10 cm de plomb et 20 cm d'eau, ce qui permet, selon le CEA, de s'affranchir de considérations sur les caractéristiques géométriques des conteneurs mis en œuvre. Ainsi, le CEA considère que l'opération de conditionnement d'un assemblage « RJH » dans un conteneur TN90, AA41, AA203 ou AA204 n'est pas susceptible de remettre en cause la sous-criticité des opérations réalisées dans « l'enceinte alpha ». **Les justifications présentées par le CEA n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

Pour ce qui concerne les assemblages « Minerve », le CEA s'appuie sur la notion de masse sûre pour considérer que le chargement, de façon unitaire, d'un assemblage « Minerve » dans un conteneur AA41, AA203 ou AA204 ne remet pas en cause la sous-criticité des opérations effectuées dans l'aire de chargement. **Cette conclusion n'appelle pas de remarque de l'IRSN, la masse sûre de l'uranium sous forme métallique enrichi à 93,5 % en <sup>235</sup>U modéré par de l'eau, réfléchi par 25 cm de plomb et 15 cm d'eau étant supérieure à la masse maximale d'<sup>235</sup>U contenue dans un assemblage « Minerve ».**

#### *Risques liés à la chute d'un conteneur*

Comme indiqué plus haut, les moyens de manutention qui seront mis en œuvre pour les opérations de réception ou d'expédition de matières fissiles sont le chariot manuel pour le transfert d'un conteneur de « l'enceinte alpha » à l'aire de chargement et le pont roulant pour l'introduction (ou l'extraction) d'un

conteneur dans (ou de) l'emballage de transport. Le CEA précise que l'utilisation des conteneurs AA41, AA203 ou AA204<sup>3</sup> ne modifie pas la nature des risques (chutes ou collisions) analysés dans les rapports de sûreté des installations Éole et Minerve. Il ajoute que les dispositions de maîtrise de ces risques, telles que présentées dans les rapports de sûreté en vigueur, seront reconduites dans le cadre des opérations qui font l'objet du présent avis. En outre, le CEA justifie, sur la base de résultats d'essais, que la chute des conteneurs AA41, AA203 et AA204, d'une hauteur de 2,5 mètres, ne conduit pas à la modification des caractéristiques géométriques prises en compte pour le mode de contrôle de la criticité ou à la perte de l'intégrité de l'enveloppe de confinement. Aussi, le CEA estime que l'utilisation des conteneurs AA41, AA203 ou AA204 ne présente pas de risque particulier, la hauteur maximale de manutention autorisée de ceux-ci étant de 2 mètres. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de l'IRSN.** En outre, même si la chute accidentelle de l'un de ces conteneurs venait à induire des déformations géométriques de celui-ci ou sa perte d'intégrité, l'IRSN note que cela n'aurait pas d'incidence sur les dispositions de prévention des risques de criticité compte tenu du fait que la masse maximale de matières fissiles dans un conteneur est inférieure à la masse maximale admissible à sec<sup>4</sup> pour tous les milieux fissiles de référence considérés.

Enfin, l'analyse de sûreté présentée dans les rapports de sûreté en vigueur intègre, au titre de la défense en profondeur, une étude de la chute d'un conteneur autorisé (AA204 « modifié » ou TN90) dans laquelle il est retenu la perte d'intégrité du confinement assuré par l'enveloppe du conteneur. A cet égard, le CEA estime que les conséquences radiologiques présentées dans les rapports de sûreté des deux INB, calculées pour des crayons d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium présentant un taux de combustion pénalisant, sont enveloppes de celles qui résulteraient de la chute d'un conteneur contenant les matières concernées par l'utilisation des conteneurs AA41, AA203 et AA204. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

#### **Mise à jour du référentiel de sûreté**

Le CEA a transmis un projet de mise à jour des rapports de sûreté et des RGE intégrant l'utilisation des conteneurs TN 90, AA41, AA203 et AA204 pour les opérations de réception et d'expédition de matières fissiles. **Les modifications proposées par le CEA n'appellent pas de remarque.**

#### **Conclusion**

Sur la base des documents examinés, l'IRSN estime acceptable, du point de vue de la sûreté, la modification, telle que demandée par le CEA, relative à l'utilisation dans les installations Éole et Minerve des conteneurs TN90, AA41, AA203 ou AA204 pour la réception et l'expédition de matières fissiles.

Pour le Directeur général et par délégation,

Jean-Paul DAUBARD

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

<sup>3</sup> Les risques de chute liés à l'utilisation du conteneur TN90 sont traités dans les référentiels de sûreté en vigueur.

<sup>4</sup> Le cumul du scénario de chute avec l'aspersion de la matière par de l'eau est exclu dans l'analyse présentée dans les rapports de sûreté en vigueur, compte tenu de l'absence d'eau dans le hall en fonctionnement normal.