



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN

INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 4 décembre 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00175

Objet : CEA / Cadarache - INB n° 169 / MAGENTA
Demandes d'autorisation de modification notable relatives à la démonstration de sûreté associée au domaine de fonctionnement du massif boré n° 3 et à la réception et l'entreposage de matière fissile Pu et mixte U-Pu sous forme d'alliages métalliques

Réf. : Lettre ASN CODEP-MRS-2024-056168 du 15 octobre 2024.

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les demandes d'autorisation de modification notable de l'INB n° 169 (MAGENTA) présentées par le directeur du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) du site de Cadarache, relatives d'une part à la démonstration de sûreté associée au domaine de fonctionnement du massif boré n° 3, d'autre part à la réception et l'entreposage de matière fissile à base de plutonium (Pu) et d'uranium-plutonium (U-Pu) sous forme d'alliages métalliques.

La demande de l'ASN concerne les dispositions prises par l'exploitant CEA afin de garantir la maîtrise du risque de criticité de l'installation à la suite de la mise en œuvre des modifications proposées.

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

1. MODIFICATION DU DOMAINE DE FONCTIONNEMENT DU MASSIF BORÉ N° 3

L'installation MAGENTA dispose de trois massifs borés (MB) numérotés de 1 à 3 qui constituent des conditionnements tertiaires (CT) dédiés à l'entreposage de conteneurs contenant des matières nucléaires, constituant des conditionnements secondaires (CS).

À la suite de l'événement significatif déclaré le 3 août 2022 concernant le MB n° 3 (définition de masses admissibles erronées dans les Règles Générales d'Exploitation (RGE) à la suite d'une mauvaise interprétation des résultats d'une note de calculs), l'exploitant a repris l'ensemble des calculs de cet entreposage avec des codes de calculs récents. Ces nouveaux calculs aboutissent à des valeurs maximales admissibles de masses de matières fissiles par CS et par alvéole du MB n° 3 supérieures aux limites définies dans le référentiel de sûreté applicable de l'INB n° 169.

MEMBRE DE
ETSON

La demande d'autorisation de modification du domaine de fonctionnement du MB n° 3 de l'INB n° 169 a pour objectifs :

- d'augmenter les limites de masses de matières fissiles par CS et par alvéole du MB n° 3 en se basant sur les nouveaux résultats de calculs de criticité,
- de supprimer la singularité du domaine de fonctionnement du MB n° 3 vis-à-vis de ceux des MB n° 1 et n° 2, en ajoutant les CS AA203C aux conditionnements autorisés dans le MB n° 3,
- de modifier la présentation du tableau des RGE fixant les limites d'exploitation du MB n°3 afin d'en améliorer la cohérence et la lisibilité.

Les règles d'exploitation, à l'exception des limites de masses, ne sont pas impactées par la modification du domaine de fonctionnement souhaitée.

1.1. ÉVALUATION DE L'IMPACT DES MODIFICATIONS SUR LA DÉMONSTRATION DE SÛRETÉ-CRITICITÉ

L'exploitant a réalisé des nouveaux calculs de criticité avec un formulaire de calcul récent (CRISTAL V2) en utilisant les mêmes hypothèses (milieux fissiles de référence (MFR) et configurations géométriques) que celles de la note de calculs en appui à la démonstration de sûreté-criticité du rapport de sûreté (RS) applicable de l'INB n° 169. Les règles d'exploitation n'étant pas modifiées, ces calculs permettent de couvrir les mêmes situations de fonctionnement normales et incidentelles qu'actuellement (chutes de CS devant ou sur le massif).

En revanche, l'exploitant ne reconduit pas le biais de calcul de 2000 pcm qu'il avait retenu dans la précédente note de calcul pour définir ses critères d'admissibilité pour le facteur de multiplication effectif des neutrons (k_{eff}), en raison de l'absence d'identification d'expériences critiques représentatives du matériau absorbant PNT7 constituant le MB n° 3. Dans la nouvelle note de calcul, il justifie pour tous les MFR utilisés, à l'exception d'un MFR en modération homogène par de l'eau, l'absence de biais de calculs sur la base de résultats d'expériences critiques disponibles dans le dossier de qualification du formulaire de calcul CRISTAL V2 et représentatives de ses cas d'application. Pour le MFR en modération homogène par de l'eau, dont le maximum de k_{eff} est obtenu dans le domaine épithermique, non couvert par des expériences critiques représentatives, l'exploitant retient de manière conservatrice un biais forfaitaire de 2000 pcm sur les critères d'admissibilité retenus. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant.**

Le changement de formulaire de calcul et la modification des valeurs de critère d'admissibilité conduisent l'exploitant à obtenir des valeurs maximales admissibles de masse de matière fissile dans les CS et dans les alvéoles nettement plus élevées qu'actuellement. L'exploitant retient ces nouvelles masses maximales admissibles comme nouvelles limites de masse dans le MB n° 3. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Les démonstrations de sûreté-criticité du RS applicable de l'INB n° 169, relatives à l'entreposage dans le MB n° 3 et aux transferts des CS et des CT, ne sont pas modifiées par l'adoption de ces nouvelles limites de masse dans le MB n° 3. Concernant les CS AA-203C que l'exploitant souhaite ajouter aux conditionnements autorisés dans le MB n° 3, l'IRSN note qu'ils ne diffèrent des CS AA-203 déjà autorisés que par une hauteur inférieure de 3 cm. Ils sont ainsi couverts par les calculs de criticité réalisés pour ces derniers. **Leur ajout dans la liste des CS autorisés dans le MB n° 3 de l'INB n° 169 n'appelle donc pas de remarque de la part de l'IRSN.**

1.2. ÉVOLUTION DU RÉFÉRENTIEL DE SÛRETÉ

Les modifications proposées par l'exploitant dans le référentiel de sûreté de l'INB n° 169, relatives à la sûreté-criticité, sont globalement satisfaisantes. Toutefois, l'IRSN relève que la démonstration de sûreté-criticité modifiée ne fait pas apparaître la limitation de la modération comme mode de contrôle de la criticité pour les situations avec une présence de CH₂ dans les CS, contrairement à la démonstration du RS applicable. La teneur

maximale en humidité des matières fissiles retenue dans les calculs étant de 6 % pour ces situations, **il appartient à l'exploitant de maintenir, dans le RS de l'INB n° 169, la limitation de la modération comme mode de contrôle de la criticité pour les configurations avec des modérateurs meilleurs que l'eau.**

Par ailleurs, l'IRSN relève que la notion de milieu fissile autorisé (MFA) n'est pas explicitement définie dans le RS, qui ne présente pas non plus systématiquement le MFR utilisé pour couvrir un MFA dans un contexte donné, conduisant parfois à une confusion entre MFA et MFR. Au cours du réexamen périodique de l'INB n° 169 MAGENTA, le CEA a indiqué à l'ASN sa volonté de réaliser une réévaluation visant à faire un état des lieux concernant les MFA de l'installation. **L'IRSN estime que cette réévaluation pourrait intégrer une définition des MFA et présenter explicitement les MFR qui les couvrent.**

2. RÉCEPTION DES MATIÈRES À BASE DE PU ET MIXTE U-PU SOUS FORME D'ALLIAGES MÉTALLIQUES

Le référentiel de sûreté de l'INB n° 169 autorise la réalisation des opérations de réception, de déchargement de CT de type TNBGC, de caractérisation nucléaire et d'entreposage en CT de type TNBGC ou AVEN (après reconditionnement des CS) pour des matières Pu ou mixte U-Pu (uranium hautement enrichi en ²³⁵U), sous forme métallique non alliée uniquement. Ainsi, les MFA en vigueur dans l'INB n° 169 n'incluent pas formellement les matières sous forme d'alliages (PuAl, (U-Pu)Al...). La demande de modification a pour objectif de pouvoir recevoir dans l'INB n° 169 des lots de matières à base de Pu et d'U-Pu sous forme d'alliages métalliques en provenance de l'INB n° 123 (LEFCA). Elle consiste à faire évoluer la définition du MFA n° 1 existant, qui regroupe actuellement les matières à base de Pu et d'U-Pu (uranium hautement enrichi en ²³⁵U) sous forme métallique, carbure et nitrure, pour intégrer le Pu et l'U-Pu sous forme d'alliages métalliques (hors hydrures). L'IRSN note que cette modification inclut également les oxydes et les fluorures, formes chimiques non autorisées actuellement.

2.1. ÉVOLUTION DE LA JUSTIFICATION

Le MFA n° 1 défini dans le référentiel applicable de l'INB n° 169 est couvert dans la démonstration de sûreté-criticité par le MFR n° 1 (plutonium sous forme métallique constitué de 100 % ²³⁹Pu).

Sur la base de l'examen des caractéristiques du spectre neutronique du MFR n° 1, associées aux différentes configurations d'intérêt calculées (CT de type TNBGC ou AVEN et CS isolé), l'exploitant indique que les valeurs maximales de k_{eff} sont obtenues systématiquement dans le domaine thermique. À cet égard, l'exploitant considère que, dans ce domaine d'énergie, la présence d'éléments alliés au plutonium ne conduirait pas une augmentation de la valeur du k_{eff} par rapport au milieu Pu métal (MFR n° 1), contrairement à ce qui pourrait être observé dans le domaine rapide, mais pour lequel, dans le cas présent, les valeurs de k_{eff} sont significativement plus faibles qu'à l'optimum de modération.

Sur la base des documents transmis par l'exploitant, l'IRSN considère que le MFR n° 1 est bien enveloppe du plutonium et d'un mélange d'uranium et de plutonium sous forme d'alliages métalliques (notamment PuAl, hors hydrures), d'oxyde ou de fluorure et couvre ainsi la nouvelle définition du MFA n° 1 dans les configurations d'intérêt de l'INB n° 169.

2.2. ÉVOLUTION DU RÉFÉRENTIEL DE SÛRETÉ

L'exploitant a apporté des modifications au RS et aux RGE de l'INB n° 169 pour inclure la forme chimique « métallique sous forme d'alliage », oxyde et fluorure, en particulier l'ajout de la justification du caractère enveloppe du MFR n° 1. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant.**

3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, en tenant compte des éléments transmis par le CEA au cours de l'expertise, l'IRSN estime que les justifications de la sûreté-criticité dans l'INB n° 169 liées d'une part à la modification du domaine de fonctionnement du massif boré n° 3, d'autre part à la réception et l'entreposage de matière fissile Pu et d'U-Pu sous forme d'alliages métalliques, sont globalement satisfaisantes.

IRSN
Le Directeur général
Par délégation
Eric LETANG
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté