

Fontenay-aux-Roses, le 2 juin 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00183

Objet : CEA Cadarache  
INB n° 169 - MAGENTA  
Entreposage de fûts de matières fissiles dans des emballages MC01 possédant des viroles borées

Réf. **Lettre CODEP-MRS-2017-007077 du 15 mars 2017**

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande d'autorisation de modification de l'INB 169 (dénommée MAGENTA), formulée par le directeur du Centre CEA de Cadarache, portant sur l'entreposage de fûts de type AA25 contenant des matières uranifères dans des emballages MC01 équipés de viroles borées (dénommés « MC01 BORE »), qui ne sont actuellement pas autorisés dans le référentiel de sûreté (rapport de sûreté et règles générales d'exploitation) de cette installation.

La demande du CEA s'inscrit dans le cadre de la réception dans l'installation MAGENTA de lots de matières uranifères, de teneur en  $^{235}\text{U}$  pouvant atteindre 10 %, conditionnés en fûts de type AA25, issus des opérations de désentreposage menées dans l'installation MCMF (INB n° 53) du CEA Cadarache.

À l'appui de sa demande d'autorisation, le CEA a transmis un dossier de sûreté ainsi qu'une mise à jour du rapport de sûreté et des règles générales d'exploitation de l'installation MAGENTA. De l'examen de ces documents et des informations complémentaires transmises au cours de l'instruction, l'IRSN retient les principaux points suivants.

Adresse Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

**Contexte et description de la modification**

Le dossier de sûreté indique que les matières uranifères, conditionnées dans des fûts de type AA25, seront transférées de l'installation MCMF vers l'installation MAGENTA dans des emballages RD 26. Les opérations réalisées dans l'installation MAGENTA concernant ces matières seront successivement :

- la réception des emballages RD26 dans le « hall camion » et leur éventuel entreposage provisoire dans le « couloir de distribution C1 » ;

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

- le transfert des emballages RD 26 vers le « local de présentation tertiaire » (LPT) dans lequel sera réalisé l'extraction des fûts de type AA25, dénommés conditionnements secondaires (CS) puis la caractérisation radiologique éventuelle des matières uranifères de ces fûts dans le « local de mesures secondaires » (LMS) ;
- le conditionnement des fûts de type AA25 dans un emballage d'entreposage « MC01 BORE », qui constitue le conditionnement tertiaire (CT) de la matière, dans le « local de présentation tertiaire » ;
- le transfert des emballages « MC01 BORE » chargés de 4 fûts de type AA25 vers le « hall C2 » pour entreposage dans une zone dédiée à ce type d'emballage.

Les opérations de réception et d'entreposage temporaire des emballages RD26, de transfert de ceux-ci dans le LPT et de caractérisation radiologique dans le LMS des fûts de type AA25 seront réalisées conformément au rapport de sûreté et aux règles générales d'exploitation en vigueur de l'installation MAGENTA. En revanche, les opérations de conditionnement des fûts AA25 dans les nouveaux emballages « MC01 BORE » et d'entreposage de ces derniers dans le « hall C2 » ne sont actuellement pas autorisées dans l'installation MAGENTA. En effet, l'emballage « MC01 BORE » constitue une évolution de l'emballage existant MC01, pour lequel des viroles en acier boré ont été mises en place autour des quatre alvéoles d'entreposage des fûts de type AA25. Cette modification vise à permettre d'entreposer dans ces nouveaux emballages des masses de matières fissiles plus importantes que celles autorisées dans les emballages MC01.

### **Évaluation de sûreté**

Les principaux risques liés à la demande d'autorisation de modification du CEA sont les risques de criticité. L'analyse de sûreté réalisée par le CEA relative aux autres risques (risques d'exposition aux rayonnements ionisants, risques de dissémination de substances radioactives, risques liés aux opérations de manutention...) n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

### **Risques de criticité**

Les modes de contrôle de la criticité retenus par l'exploitant sont la limitation de la masse de matières fissiles par fûts de type AA25 et par emballage « MC01 BORE », associée, d'une part à la géométrie des fûts (diamètre et hauteur) et des emballages (diamètre, position des viroles permettant un écartement minimum des CS au sein d'un emballage et dimensions des « cages » garantissant un écartement minimum entre les CS de deux emballages voisins), d'autre part à l'empoisonnement neutronique (teneur en bore et épaisseur des viroles en acier boré).

Les lots de matières uranifères, qui font l'objet de la demande d'autorisation, sont associés à trois milieux fissiles de référence existants du référentiel de sûreté, qui se différencient par leur enrichissement maximum en  $^{235}\text{U}$  (milieux fissiles de référence dénommés « 17U », « 20U » et « 15U » respectivement associés à des teneurs en  $^{235}\text{U}$  inférieures ou égales à 5 %, 7,5 % et 10 %).

Les études justifiant la sous-criticité des opérations de conditionnement des fûts de type AA25 dans les emballages « MC01 BORE » et d'entreposage de ces derniers dans le « hall C2 » sont effectuées avec le milieu fissile de référence enveloppe « 15U ». Il s'agit d'une poudre ou de sphérules d' $\text{UO}_2$  à la densité maximale, dont l'uranium est enrichi à 10 % en  $^{235}\text{U}$ . La matière fissile est modérée de manière quelconque, soit par de l'eau, soit par du polyéthylène ( $\text{CH}_2$ ). La modération par du  $\text{CH}_2$  vise à prendre en compte la présence éventuelle de matières plastiques plus hydrogénées que l'eau autour de la matière fissile, pour son conditionnement primaire ; dans ses études, le CEA considère un fractionnement de cette matière fissile en cent lots au maximum, la teneur en eau de cette dernière étant limitée à 6 %.

L'IRSN estime que ce milieu fissile de référence, dont les caractéristiques sont enveloppes de celles des matières fissiles à entreposer dans des emballages « MC01 BORE », est satisfaisant.

L'exploitant retient les critères d'admissibilité usuels dans ses études de criticité relatives au fonctionnement normal et aux situations incidentelles envisageables. Ces critères n'appellent pas de remarque de l'IRSN.

#### *Dispositions d'exploitation retenues*

Le dossier de sûreté transmis par l'exploitant présente les dispositions prévues pour vérifier le respect des limites associées aux modes de contrôle de la criticité relatifs aux opérations de chargement des emballages « MC01 BORE » dans le LPT et d'entreposage de ces emballages dans le « hall C2 ».

Pour ce qui concerne le respect de la limite de masse de matières fissiles par fûts de type AA25 chargés dans un emballage RD 26, l'exploitant indique qu'une vérification des fiches dites « d'adéquation matières » associées à ces fûts, sur lesquelles les masses de matières fissiles sont indiquées, est réalisée à la fois par le responsable d'exploitation et l'ingénieur qualifié en criticité (IQC) en préalable à leur transfert dans l'installation. L'adéquation entre l'emballage attendu dans l'installation et celui effectivement reçu fait également l'objet d'un contrôle par deux personnes à la réception de l'emballage.

En outre, le dossier de sûreté présente les dispositions prévues pour respecter l'exigence d'écartement minimum entre les fûts de type AA25 lors des opérations de chargement dans un emballage « MC01 BORE ». À cet égard, l'exploitant précise que, lors de ces opérations, la présence d'un autre CT dans ce local sera interdite ; cette exigence fait l'objet d'une consigne d'exploitation. L'exploitant indique, par ailleurs, qu'il sera vérifié que l'emballage à charger est bien un « MC01 BORE » afin d'éviter toute confusion avec un emballage MC01. Ces opérations de chargement seront effectuées au moyen d'une « plaque de guidage » déposée au-dessus de l'emballage. Celle-ci sera positionnée de façon à permettre l'insertion d'un fût dans une alvéole vide ; le bon positionnement de cette plaque sera vérifié par deux opérateurs différents. Ainsi, chaque fût de type AA25 extrait d'un emballage RD 26 dans le local LPT sera, après son éventuelle caractérisation dans le local LMS, inséré, par l'intermédiaire des équipements de manutention du local LPT, dans une alvéole vide de l'emballage « MC01 BORE ». L'exploitant indique que ces dispositions permettent de respecter la distance minimale requise entre les fûts de type AA25, même en cas de chute d'un fût lors de ces opérations.

Par ailleurs, l'entreposage des emballages « MC01 BORE » est prévu dans un emplacement dédié à ce type de CT dans le Hall C2. Cette zone d'entreposage est localisée dans une zone grillagée fermée, située à une distance minimale de 60 cm de la zone d'entreposage des autres types de CT de ce local. Les conditions d'entreposage, en particulier l'absence de gerbage des emballages « MC01 BORE », font l'objet de consignes dont le respect est vérifié par un « contrôleur » présent lors des opérations.

Enfin, le dossier de sûreté indique que des contrôles de la conformité de la géométrie et de l'empoisonnement neutronique (dimension et composition des matériaux) des emballages « MC01 BORE », des dimensions des fûts de type AA25 (hauteur et diamètre) et de celle de la plaque de guidage sont effectués ; les contrôles sont formalisés sur des fiches de criticité.

En dernier lieu, l'exploitant indique dans le dossier de sûreté que les viroles borées sont intégrées à la liste des éléments importants pour la protection des intérêts (EIP) de l'installation MAGENTA.

Les dispositions d'exploitation retenues par l'exploitant pour vérifier le respect des exigences relatives à la prévention des risques de criticité n'appellent pas de remarque de l'IRSN. L'ajout des viroles borées dans la liste des EIP n'appelle également pas de remarque.

### ***Etudes de criticité***

Les études de criticité réalisées par le CEA concernent les opérations de chargement et d'entreposage des emballages « MC 01 BORE », en fonctionnement normal et pour plusieurs situations incidentelles.

Pour ce qui concerne l'entreposage des emballages dans le « hall C2 », l'exploitant a étudié un réseau plan infini de fûts de type AA25 entourés chacun d'une virole en acier boré, en considérant des hypothèses de réflexions neutroniques semblables à celles retenues dans les études relatives aux autres entreposages similaires de l'installation (épaisseurs « saturantes » de béton sur la face inférieure et d'eau sur la face supérieure de ce plan).

Les situations incidentelles étudiées par l'exploitant pour ce qui concerne l'entreposage des emballages « MC01 BORE » dans le « hall C2 » sont, d'une part un incendie dans ce hall conduisant à modifier les conditions de réflexion du béton en raison de sa perte en eau, d'autre part le gerbage d'un emballage « MC01 BORE » au-dessus de l'entreposage des emballages « MC01 BORE ». Pour les opérations de chargement dans le LPT, l'exploitant a étudié la chute d'un fût de type AA25 à côté ou au-dessus d'un emballage « MC01 BORE » déjà chargé, en considérant que la géométrie de l'emballage et des fûts n'est pas modifiée à la suite de cette chute.

Les résultats des calculs présentés par l'exploitant montrent qu'une masse de 1020 g d'<sup>235</sup>U par fût de type AA25 permet le respect des critères d'admissibilité retenus en fonctionnement normal et pour les situations incidentelles étudiées.

**Les configurations étudiées par l'exploitant n'appellent pas de remarque.** En revanche, l'IRSN considère que les études n'ont pas été réalisées en considérant le diamètre interne des viroles borées le plus pénalisant. En effet, l'exploitant a retenu un diamètre interne des viroles borées de 305 mm dans ses études alors que l'exigence de criticité retenue dans le référentiel de sûreté est un diamètre interne supérieur ou égal à 305 mm. Or, la prise en compte d'un diamètre interne de virole boré plus grand que 305 mm, compatible physiquement avec le diamètre interne des fûts de type AA25 (égal à 305 mm), entraîne le dépassement des critères d'admissibilité avec le milieu fissile de référence retenu dans les calculs.

En cours d'instruction, l'exploitant a présenté les marges de réactivité existantes entre les configurations retenues dans les études et les configurations réelles ; il a notamment indiqué que les masses d'<sup>235</sup>U présentes dans les fûts de type AA25, qui seront transférés de l'installation MCMF vers MAGENTA, seront inférieures ou égales à 900 g. Les calculs complémentaires effectués par l'exploitant pour le fonctionnement normal en considérant une masse d'<sup>235</sup>U par fût de type AA25 de 900 g et un diamètre interne de virole borée égal à 364 mm (correspondant à la valeur maximale possible intégrant les tolérances de fabrication) conduisent à un faible dépassement du critère d'admissibilité retenu. L'IRSN estime que ce léger dépassement est toutefois acceptable, compte tenu du caractère pénalisant des autres hypothèses retenues dans les calculs (conditions de réflexions notamment). L'IRSN a par ailleurs vérifié que le critère d'admissibilité retenu pour les situations incidentelles considérées est respecté en considérant le diamètre interne de virole borée maximal de 364 mm et une masse d'<sup>235</sup>U de 900 g par fût de type AA25.

**L'IRSN considère donc que la sous-criticité des opérations de chargement des emballages « MC01 BORE » et d'entreposage de ces emballages est justifiée pour une masse d'<sup>235</sup>U limitée à 900 g par fût de type AA25 et pour un diamètre interne maximal des viroles borées de 364 mm. Toutefois, les règles générales d'exploitation et le rapport de sûreté de l'installation MAGENTA devront être mis à jour en conséquence. Ceci fait l'objet de la recommandation formulée en annexe au présent avis.**

**Conclusion**

À l'issue de l'instruction réalisée, l'IRSN estime acceptable, du point de vue de la sûreté, les dispositions prévues pour le conditionnement de fûts de type AA25, en provenance de l'installation MCMF, dans des emballages « MC01 BORE » et l'entreposage de ces emballages dans l'installation MAGENTA, dans les conditions décrites dans le dossier de sûreté transmis par le CEA à l'appui de sa demande d'autorisation, sous réserve de la prise en compte de la recommandation mentionnée en annexe au présent avis.

Pour le directeur général, par délégation

Jean-Paul DAUBARD

Adjoint au Directeur de l'Expertise de Sûreté

Annexe à l'Avis IRSN/2017-00183 du 2 juin 2017

Recommandation

L'IRSN recommande que l'exploitant mette à jour les règles générales d'exploitation et le rapport de sûreté de l'installation MAGENTA en indiquant que :

- la masse d' $^{235}\text{U}$  relative aux trois milieux fissiles de référence 15U, 17U et 20U est limitée à 900 g par fût de type AA25 conditionné dans un emballage « MC01 BORE » et à 3,6 kg par emballage « MC01 BORE » ;
- le diamètre interne des viroles borées des emballages « MC01 BORE » est au plus égal à 364 mm (exigence « criticité »).

L'exploitant devra également mettre à jour l'analyse des risques de criticité relative aux opérations de chargement des emballages « MC01 BORE » et d'entreposage de ces emballages, présentée dans le rapport de sûreté de l'installation MAGENTA, afin de prendre en compte les limitations de masse d' $^{235}\text{U}$  mentionnées ci-dessus ainsi que le diamètre interne maximal des viroles borées de 364 mm.