

Fontenay-aux-Roses, le 24 novembre 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis/IRSN N°** 2017-00361

**Objet :** Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra)  
Centre de stockage de l'Aube (CSA) - INB n° 149  
Demande d'autorisation de prise en charge du colis hors normes « couvercle de cuve de Chooz A »

**Réf.** Lettre ASN CODEP-CHA-2016-033535 du 28 septembre 2016

Par lettre citée en référence, vous avez demandé l'avis de l'IRSN sur le dossier technique transmis par l'Andra en support à sa demande d'autorisation de prise en charge du colis hors normes « *couvercle de cuve de Chooz A* » sur le Centre de stockage de l'Aube (CSA). Vous avez demandé que soient examinés en particulier, pour la phase d'exploitation, les dispositions de maîtrise de la dissémination de matières radioactives, de radioprotection, de surveillance des rejets et l'évaluation des situations incidentelles ainsi que, pour la phase de post-surveillance, l'impact du stockage dudit couvercle en situation normale et pour les scénarios d'intrusion.

Pour rappel, 55 couvercles de cuves du parc électronucléaire d'EDF ont fait l'objet d'une autorisation par l'ASN en 2001 de prise en charge au CSA et d'un agrément colis (agrément HN600) ; 52 couvercles de cuve sont déjà stockés au CSA et 3 sont en attente d'injection dans un ouvrage (E-42-R01) dédié au stockage de couvercles de cuve. L'Andra prévoit de stocker le couvercle de cuve de Chooz A dans l'emplacement disponible de cet ouvrage. Ce couvercle de cuve n'a pas été intégré à la demande d'autorisation initiale relative aux autres couvercles, celui-ci ayant des caractéristiques physico-chimiques, radiologiques et dimensionnelles différentes. En effet, ses dimensions inférieures aux autres couvercles de cuve nécessitent des adaptations matérielles sur les dispositifs de prise en charge qui équipent la ligne d'ouvrages. En outre, ce couvercle possède une activité radiologique en émetteurs alpha supérieure aux autres couvercles (activité totale alpha de 6,2 GBq à 300 ans en comparaison d'environ 5 GBq pour l'ensemble des couvercles précédents pris en charge) et contient de l'amiante (quantité évaluée de manière enveloppe à 450 kg) sous forme de Caposil (200 kg) et d'amiante-ciment (250 kg). L'Andra présente, dans sa demande d'autorisation, une prise en charge basée sur le même principe que celui retenu pour les autres couvercles de cuve, en adaptant certaines dispositions au regard de chacune des spécificités susmentionnées et en justifiant l'acceptabilité du couvercle de cuve de Chooz A, sur la base d'une évaluation des risques pendant l'exploitation et après fermeture du stockage.

L'examen par l'IRSN du dossier transmis par l'Andra appelle les commentaires suivants.

**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 B 440 546 018

## 1. Remarque générale

En préambule, l'Andra indique qu'une mesure de spectrométrie gamma sera réalisée, par EDF sur le site de Chooz, sous le couvercle afin de préciser les activités réelles, justifier du caractère enveloppe des activités considérées dans le dossier de demande de prise en charge au CSA et servir de base à l'étude d'optimisation radiologique qu'elle prévoit de réaliser avant les opérations de mise en stockage. Elle a précisé au cours de l'instruction que cette mesure de spectrométrie gamma serait effectuée en mars 2018 selon le planning actuel. **Dans le cas où la campagne de mesure prévue en mars 2018 ne confirmerait pas le caractère enveloppe des activités prises en compte dans la présente demande d'autorisation, l'IRSN considère que l'Andra devra présenter une nouvelle demande d'autorisation de prise en charge du couvercle de cuve de Chooz A.**

## 2. Risques liés aux opérations de stockage du colis hors norme « couvercle de cuve de Chooz A »

### a. Maîtrise des risques en situation normale

L'Andra prévoit une prise en charge du colis « couvercle de cuve de Chooz A » selon le même principe que celui retenu pour la prise en charge des 55 colis de couvercles de cuve autorisée. Ainsi, après acheminement du colis de transport au niveau de la ligne d'ouvrages E-42 où doit être stocké le couvercle de cuve, le colis est déshabillé (i.e. l'enveloppe de transport est retirée) puis déplacé avec le portique de manutention vers l'ouvrage de stockage. Le bétonnage de l'extérieur du colis est réalisé jusqu'à une hauteur de 40 cm au-dessus du joint inférieur du couvercle, afin de garantir la bonne intégrité de ce joint et d'éviter tout risque de fuite de mortier (prise en compte du retour d'expérience de la prise en charge des autres couvercles de cuve). Le plancher de bétonnage (comportant les équipements nécessaires pour l'injection du colis - cf. schéma en annexe au présent avis) est ensuite posé sur le couvercle pour procéder à l'injection de mortier dans le colis. Enfin, l'extérieur du colis est bétonné, jusqu'à une hauteur de 30 cm au-dessus du couvercle. Compte tenu des dimensions du colis « couvercle de cuve de Chooz A », l'Andra envisage des adaptations matérielles sur les dispositifs de prise en charge (chandelles, élingues...), ainsi que sur le plancher de bétonnage. A cet égard, l'Andra prévoit la réalisation d'un essai (pose du plancher sur le couvercle sans connexion des cannes d'injection et d'extraction) pour vérifier la bonne mise en place du plancher de bétonnage et vérifier la bonne position des emplacements destinés aux cannes d'injection et d'évent.

S'agissant de la manutention du colis, l'Andra indique que la hauteur maximale de celle-ci serait de l'ordre de 9 m pour passer le voile de l'ouvrage. Aussi, l'IRSN estime que la phase de mise en place du colis dans l'ouvrage de stockage constitue une étape clé durant laquelle la conformité et le bon état opérationnel du portique de manutention devront être garantis. A cet égard, l'Andra a précisé au cours de l'instruction que le portique de manutention ferait l'objet de l'ensemble des contrôles réglementaires avant la prise en charge du couvercle de cuve de Chooz A, celui-ci n'ayant pas été utilisé depuis novembre 2015 (date de la dernière prise en charge d'un couvercle de cuve). **Ceci est satisfaisant. L'IRSN suggère à l'ASN de vérifier en inspection la conformité du portique de manutention avant les opérations de mise en ouvrage du colis « couvercle de cuve de Chooz A ».**

L'Andra indique que les dispositions de maîtrise du confinement sont similaires à celles des autres couvercles de cuve et reposent, avant l'injection, sur le confinement statique formé par le colis et, lors de son injection, l'adjonction d'un confinement dynamique. Elle précise que le principe de confinement dynamique lors de l'injection repose sur la mise en dépression de l'intérieur du colis par deux buses d'extraction reliées à un ventilateur d'extraction (cf. figure en annexe au présent avis). La première buse vient en appui sur l'orifice central du couvercle et la seconde s'adapte sur l'orifice

latéral (ou radial), après avoir perforé une membrane étanche. Trois filtres très haute efficacité (THE) sont mis en place :

- le premier filtre se situe à l'intérieur de l'enceinte de confinement du couvercle de cuve où la première buse vient en appui (Filtre N° 1 sur la figure),
- le deuxième est installé sur la canne d'aspiration radiale (Filtre N° 1 bis sur la figure),
- le troisième est raccordé à la canne d'aspiration centrale et est commun aux deux cannes d'aspiration (Filtre N° 2 sur la figure).

De plus, l'Andra indique qu'« *une vérification préalable par calcul sera réalisée pour vérifier que la pression d'injection du mortier ne remet pas en cause, du fait du plus faible volume du couvercle de cuve de CHOOZ A, le dimensionnement des dispositifs d'obturation ou de filtration adaptés sur le couvercle de cuve de CHOOZ A* ».

L'IRSN relève que, en l'absence de pertes de charge trop élevées, le maintien en dépression de l'enceinte de confinement n'est garanti que par la différence entre le débit de la pompe d'injection du mortier et celui du ventilateur d'extraction. A cet égard, l'Andra a confirmé au cours de l'instruction que la pompe d'injection et le ventilateur d'extraction étaient ceux utilisés pour les injections des colis de couvercle de cuve déjà stockés. **Aussi, l'IRSN estime nécessaire que la pompe d'injection et le ventilateur d'extraction fassent l'objet de contrôles de conformité, de bon état de fonctionnement et de performance avant leur utilisation. L'IRSN suggère à l'ASN de vérifier en inspection la conformité des équipements nécessaires à l'injection du couvercle de cuve de Chooz A.**

Par ailleurs, l'Andra indique que la mise en dépression n'est pas associée à un contrôle du niveau de dépression entre l'intérieur et l'extérieur du colis et que le contrôle du fonctionnement de l'extraction est vérifié par la présence d'un témoin lumineux. Elle a précisé au cours de l'instruction que ce dernier permet de s'assurer de la bonne alimentation électrique du ventilateur. L'IRSN estime que ce dispositif ne permet pas de vérifier le maintien de l'extraction d'air et donc la dépression dans le colis. En effet, en cas de perte de charge élevée due, par exemple, au colmatage d'un filtre THE, l'alimentation électrique du ventilateur peut être fonctionnelle sans pour autant que la dépression dans le colis ne soit maintenue. En outre, l'Andra indique que le risque de surpression d'origine mécanique lors de l'injection du colis est pris en compte par l'existence d'une soupape de sécurité tarée à deux bars sur le dispositif d'injection du mortier entraînant l'arrêt de l'injection en cas de déclenchement. L'Andra a précisé au cours de l'instruction que cette soupape de sécurité était installée entre l'extrémité du bras de la pompe d'injection et la canne d'injection du plancher de bétonnage. L'IRSN estime que si cette soupape de sécurité permet effectivement de prévenir des écoulements intempestifs de mortier au niveau du joint faisant l'interface entre l'enveloppe de confinement et la bride du couvercle, celle-ci pourrait ne pas permettre de pallier rapidement une montée en pression progressive dans le colis, en cas de perte de l'extraction d'air. A cet égard, l'IRSN rappelle que l'une des spécificités de ce couvercle de cuve est son activité en émetteurs alpha et souligne l'importance de s'assurer de l'efficacité du confinement lors des opérations d'injection afin de prévenir toute dissémination. Aussi, l'IRSN considère que la mise en place d'un indicateur de débit au niveau de la ligne d'extraction d'air afin de s'assurer du maintien de l'extraction et donc de la dépression dans le colis lors de son injection est nécessaire afin de prévenir tout risque de montée en pression dans le colis et la dissémination de contamination. L'Andra s'est engagée au cours de l'instruction à mettre en place « *une mesure de pression au plus proche de l'évent situé sur le colis à l'aval de la canne d'aspiration radiale et en amont du premier niveau de filtration THE* » afin de s'assurer de la dépression dans le colis lors de l'opération d'injection. **Ceci est satisfaisant. L'IRSN suggère à l'ASN de vérifier en inspection la mise en place de cette mesure.**

Enfin, l'IRSN souligne que les essais d'injection sur une maquette représentative d'un couvercle de cuve « *standard* » (900 MWe) avaient mis en évidence, parmi les actions d'amélioration, la mise en place d'un joint sur la canne d'injection pour compléter l'étanchéité du colis durant l'injection du béton. Bien que la présence de ce joint ne soit pas spécifiée dans les modes opératoires, l'Andra a confirmé au cours de l'instruction qu'il sera mis en place, **ce qui est satisfaisant**.

b. Exposition des travailleurs en situation normale

L'Andra présente, dans son dossier, une dose prévisionnelle d'expositions externe et interne des opérateurs en situation normale. Elle identifie ainsi un risque d'exposition externe pendant les opérations de prise en charge du colis (réception du colis, changement de filtres THE et injection) et un risque d'exposition interne lors de la connexion des cannes et après l'injection du colis lors du repli du chantier, notamment lors de la déconnexion des cannes.

S'agissant de l'exposition externe, l'Andra indique que la dosimétrie prévisionnelle a été établie en s'appuyant sur un couvercle, parmi les 55 couvercles de cuve dont le stockage est autorisé, qui présente des activités en  $^{60}\text{Co}$  et en  $\beta\gamma$  total plus élevées que celles du couvercle de cuve de Chooz A (respectivement 3,2 et 2,5 fois plus importantes). Le scénario considéré prend en compte également les trois couvercles de cuve en attente d'injection présents dans l'ouvrage. L'Andra en déduit une dose individuelle maximale inférieure à 38  $\mu\text{Sv}$  et une dose collective inférieure à 155 H. $\mu\text{Sv}$ . **Ce prévisionnel de dose par exposition externe n'appelle pas de remarque.**

S'agissant de l'estimation de la dose par exposition interne en situation normale, l'Andra considère que l'activité relâchée est homogénéisée dans le volume libre de l'ouvrage de stockage et, dans la mesure où l'opérateur porte un masque de type APVR-F<sup>1</sup> lors des opérations à risque d'exposition interne (connexion/déconnexion des cannes, injection...), que l'impact est limité à celui dû au  $^3\text{H}$  et au  $^{14}\text{C}$ , considérés sous leur forme pénalisante (HTO pour le  $^3\text{H}$  et forme gazeuse pour le  $^{14}\text{C}$ ). L'Andra a précisé au cours de l'instruction que, pour les phases de préparation de l'injection et de connexion des cannes, elle ne considérerait pas de rejet « *rapide* », le colis étant à une pression équivalente à celle de l'ouvrage. Par ailleurs, pour la phase d'injection, elle considère que les opérateurs les plus proches seront situés sur la passerelle de la charpente mobile. En tenant compte de ces hypothèses, l'Andra estime que la dose par exposition interne reçue par l'opérateur en charge de la connexion/déconnexion et du repli du chantier après l'injection est de 13  $\mu\text{Sv}$ . L'IRSN relève que l'Andra ne prend pas en compte, dans son estimation de dose par exposition interne, la dose liée au  $^3\text{H}$  par voie transcutanée. Néanmoins, compte tenu des hypothèses de calcul pénalisantes retenues par ailleurs, telles que la répartition homogène instantanée dans le volume libre de l'ouvrage ou la forme chimique considérée pour le  $^3\text{H}$  et le  $^{14}\text{C}$ , **l'IRSN considère que l'estimation de la dose par exposition interne en situation normale est acceptable.**

Par ailleurs, pour ce qui concerne les risques liés à la présence d'amiante dans le couvercle de cuve de Chooz A, l'Andra indique notamment que le producteur mettra en œuvre un fixateur (de type résine, peinture...) visant à réduire les risques de remise en suspension de fibres d'amiante. En outre, les dispositions de confinement vis-à-vis des risques de dissémination de substances radioactives sont également applicables au cas de l'amiante. L'Andra en conclut qu'en situation normale, le risque lié à l'amiante est exclu. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

---

<sup>1</sup> Appareil de protection des voies respiratoires filtrant

c. Evaluation des situations incidentelles et accidentelles

Concernant l'analyse de l'impact radiologique en situations incidentelles et accidentelles, l'Andra considère le même type de situations que celles retenues dans la demande de prise en charge des 55 couvercles de cuve (incident de transport ou de manutention entraînant la chute du colis, incendie, chute d'avion), ainsi qu'une surpression d'origine mécanique lors de l'injection du colis et l'inondation. L'IRSN considère que globalement, les dispositions prises par l'Andra ainsi que les analyses de risques présentées pour les situations susmentionnées sont conformes aux règles de l'art, et relève que ces analyses montrent des impacts radiologiques négligeables. L'analyse de la situation d'incident de manutention appelle toutefois les commentaires suivants.

L'impact d'une chute du colis est étudié en considérant la perte de son confinement. L'Andra conclut de cette étude, d'une part, que la dose acceptable pour le public à 20 mètres (i.e. visiteurs sur le CSA ; 0,12 mSv) issue du rapport de sûreté de 2004 (RDS 2004) est dépassée de 10 % en cas de chute et, d'autre part, que la contrainte de dose pour un opérateur (5 mSv) est dépassée lorsqu'il est situé à moins de 4 m. Elle retient ainsi des dispositions particulières lors des opérations de manutention du couvercle, notamment l'interdiction de présence du public à moins de 100 m de l'ouvrage, la limitation du nombre d'opérateurs présents à proximité du couvercle lors de sa manutention et l'obligation du port du masque APVR-F pour les opérateurs situés à moins de 4 m. Parmi les hypothèses retenues, l'Andra considère que les taux de remise en suspension des matières sont de  $10^{-4}$  pour la part « dispersable » (contamination non fixée) et  $10^{-5}$  pour la part « non dispersable » (contamination fixée et activation). L'IRSN note que ces taux sont cohérents avec ceux retenus dans le RDS 2004, à savoir  $10^{-5}$  pour les cas de chute de colis bloqués en ouvrage et  $10^{-4}$  pour les cas de chute de colis non bloqués dans les bâtiments. Toutefois, la hauteur de manutention du colis (9 m) est supérieure à celle dans les bâtiments, aussi le coefficient de remise en suspension de la part « dispersable » pourrait être plus élevé. **Compte tenu des dispositions de prévention prises par l'Andra (limitation du nombre d'opérateurs, protection des voies respiratoires, interdiction de présence du public à moins de 100 m), l'IRSN considère que ceci ne remet pas en cause l'acceptabilité du couvercle de cuve de Chooz A.**

S'agissant des risques liés à la présence d'amiante en situation accidentelle, l'Andra indique que le risque toxicologique lié à l'amiante est exclu car celle-ci présente une toxicité chronique et non aiguë et les situations accidentelles retenues ne peuvent conduire à une exposition de manière prolongée des opérateurs, **ce dont convient l'IRSN.**

d. Contrôles radiologiques et surveillance des rejets

Outre les dispositions de protection et de surveillance du personnel définies dans les règles générales d'exploitation (dosimétries passive et opérationnelle, tenue d'intervention...), l'Andra prévoit un certain nombre de contrôles radiologiques et ce dès la réception du colis « couvercle de cuve de Chooz A » sur le site comme, par exemple, des frottis sur l'enveloppe de transport (contrôles externe et interne), le contrôle du filtre THE de cette enveloppe et des frottis sur l'enveloppe de confinement.

S'agissant de la surveillance des rejets, l'Andra prévoit la mise en place de contrôles spécifiques lors de l'injection du colis comme la mise en place d'une balise de détection de l'activité volumique au droit de la bouche d'extraction de l'air issu du dispositif de filtration et le positionnement d'un préleveur, muni d'un filtre, avec comptage  $\beta\gamma$  total à l'issue de l'injection.

**L'IRSN constate que l'ensemble des dispositions de contrôles radiologiques et de surveillance des rejets sont similaires à celles mises en place pour les 55 couvercles de cuve. Ces dispositions n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

### 3. Impact du stockage du colis hors norme « couvercle de cuve de Chooz A » pendant la phase post-fermeture

L'Andra présente l'impact du colis sur la sûreté du stockage, après la fermeture de l'ouvrage, puis du centre de stockage, en prenant en compte ses caractéristiques radiologiques et physico-chimiques. Elle détaille ainsi les impacts du colis liés aux transferts (i) par l'eau pour l'évolution normale du stockage et (ii) par l'air pour les scénarios d'intrusion.

S'agissant de l'analyse de sûreté relative aux transferts par l'eau pendant la phase de surveillance, l'Andra présente une comparaison de l'inventaire radiologique pris en compte pour les colis hors normes dans le RDS 2004 à la somme des activités des colis hors normes déjà stockés (couvercles de cuves, protections neutroniques latérales...) et de l'activité du couvercle de cuve de Chooz A. Cette comparaison montre que seule l'activité en émetteurs alpha contenus dans le couvercle de cuve de Chooz A présente une activité à 300 ans supérieure à celle prise en compte, pour les colis hors normes, dans le RDS 2004. Dans ces conditions, l'Andra estime que seul l'impact associé à la présence des émetteurs alpha est à analyser. L'Andra évalue les débits molaires en  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  et  $^{240}\text{Pu}$  relâchés par le colis pendant la phase de surveillance (300 ans) et, se référant au RDS 2004 qui préconise que les colis hors normes soient modélisés comme des colis périssables non enrobés (PNE) stockés en ouvrage béton, les compare à ceux relâchés par autant de colis PNE que nécessaire pour occuper un volume équivalent (soit 65 colis PNE). L'Andra en conclut que le colis « couvercle de cuve Chooz A » peut être stocké dans un ouvrage bétonné. L'IRSN considère que la démonstration apportée par l'Andra concernant l'impact des émetteurs alpha contenus dans le couvercle de cuve est incomplète pour la période de surveillance, dans la mesure où les débits molaires relâchés par le couvercle au-delà d'une centaine d'années ne sont pas couverts par la comparaison avec les 65 PNE. Toutefois, l'IRSN convient, sur la base de ses propres modélisations, que la quantité d'émetteurs alpha susceptibles d'atteindre la nappe durant la phase de surveillance est extrêmement faible. **Aussi, l'IRSN ne remet pas en cause la conclusion de l'Andra.** Pour ce qui concerne les transferts par l'eau pendant la phase de post-surveillance (après 300 ans), l'Andra considère, conformément au RDS 2004, que les colis ne présentent plus de performances de confinement spécifiques et que l'impact radiologique induit par le couvercle de cuve de Chooz A est proportionnel à la fraction d'activité du couvercle par rapport à l'activité totale du stockage. A cet égard, l'IRSN note que l'activité en émetteurs alpha à 300 ans du couvercle de cuve (6,2 GBq) est très inférieure à la capacité totale en émetteurs alpha à 300 ans du CSA ( $7,5 \cdot 10^5$  GBq) ainsi qu'à celle déjà stockée à fin 2016 ( $1,36 \cdot 10^5$  GBq). **Aussi l'IRSN considère, comme l'Andra, que l'impact radiologique induit par le couvercle de cuve de Chooz A pendant la phase de post-surveillance est négligeable.**

S'agissant de l'analyse de sûreté relative aux transferts par l'air, en post-surveillance, l'Andra indique reprendre les hypothèses de l'analyse de sûreté effectuée pour les 55 couvercles de cuve en intégrant le couvercle de cuve de Chooz A. Elle considère pour cela trois scénarios d'intrusion (chantier routier, zone résidentielle et jeux d'enfants) et deux voies d'atteinte que sont l'inhalation de poussières et l'exposition externe par les matériaux du sol contaminé. L'Andra précise que la présence du couvercle de cuve de Chooz A induit des activités massiques au niveau des ouvrages bien inférieures aux activités moyennes sur le centre. Ainsi, dans tous les cas, elle indique que les doses induites par ce colis sont très inférieures à celles présentées dans le RDS 2004 et considère donc que le stockage du couvercle de cuve de Chooz A ne remet pas en cause l'impact radiologique à long terme calculé pour les trois scénarios d'intrusion considérés. **Ceci n'appelle pas de remarque.** S'agissant plus particulièrement de l'amiante, l'Andra rappelle que la capacité totale « amiante » du CSA est fixée à 125 tonnes et qu'à ce jour la quantité d'amiante stockée se limite à 2,4 tonnes. Elle précise que la prise en charge du couvercle de cuve de Chooz A représente 0,36% de la capacité totale et aura un impact faible au regard de la quantité déjà stockée, **ce dont convient l'IRSN.**

#### 4. Conclusion

En conclusion, l'IRSN considère que les conditions présentées dans la demande d'autorisation de stockage du colis « *couvercle de cuve de Chooz A* » au CSA permettent de satisfaire les exigences de maîtrise des risques en exploitation et après fermeture. Toutefois, il conviendra que l'Andra transmette, avant l'envoi de ce colis au CSA, les résultats de la mesure de spectrométrie gamma qui sera réalisée sur le couvercle de cuve sur le site de Chooz, afin de vérifier que les activités considérées dans cette demande sont bien enveloppées de celles mesurées.

Pour le Directeur général et par délégation,  
Delphine PELLEGRINI  
Chef du Service des déchets radioactifs et des  
transferts dans la géosphère

Schéma de principe du positionnement des différents équipements sur le plancher de bétonnage

