

**GROUPE PERMANENT D'EXPERTS  
POUR LES DÉCHETS**

**GROUPE PERMANENT D'EXPERTS  
POUR LES LABORATOIRES ET LES USINES**

**AVIS et RECOMMANDATIONS  
RELATIF AU DOSSIER D'OPTIONS DE SURETE DU PROJET CIGEO**

Réunion tenue à Montrouge le 18/05/2017 et le 19/05/2017

Secrétariat des Groupes Permanents d'Experts  
ASN – 15 rue Louis Lejeune  
CS 70013  
92541 Montrouge Cedex  
Téléphone Fabienne Niez – 01 46 16 41 63  
e-mail : [asn.secretariatgpe@asn.fr](mailto:asn.secretariatgpe@asn.fr)

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), formulée par la lettre ASN CODEP-DRC-2016-021886 du 2 août 2016, le groupe permanent d'experts pour les déchets et le groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines ont examiné, les 18 et 19 mai 2017, le dossier d'options de sûreté (DOS) transmis par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) en 2016 concernant un projet de stockage de déchets radioactifs de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MAVL) en formation géologique profonde (projet Cigéo). Ce dossier vise à présenter les options de conception du stockage envisagées par l'Andra, en même temps que les éléments de démonstration de sûreté correspondants, en amont de la demande d'autorisation de création (DAC) dont la loi prévoit le dépôt en 2018. L'ASN a demandé aux groupes permanents d'évaluer, tant pour la phase d'exploitation que pour la phase après fermeture, la pertinence des hypothèses, démarches, objectifs de performance et concepts retenus par l'Andra et d'indiquer les études et justifications complémentaires qui leur apparaîtraient nécessaires en vue de cette demande d'autorisation de création.

Les groupes permanents ont tenu compte des résultats de la « revue par les pairs » du DOS, organisée par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) à l'automne 2016, des éléments complémentaires apportés par l'Andra au cours de l'instruction technique et de l'analyse réalisée par l'IRSN sur la base du dossier précité. Dans ce cadre, l'Andra a pris un certain nombre d'engagements qu'elle a transmis à l'ASN. Les groupes permanents ont de plus entendu les explications et les commentaires présentés en séance par l'Andra.

Les groupes permanents ont examiné essentiellement la qualité et la complétude des connaissances acquises par l'Andra pour la conception du stockage ainsi que l'évaluation de sûreté présentée dans le DOS concernant les risques en exploitation et après fermeture du stockage.

\*  
\* \*

### ***Données sur les colis de déchets***

Pour ce qui concerne l'inventaire des déchets susceptibles d'être stockés dans l'installation Cigéo retenu par l'Andra au stade du DOS, les groupes permanents constatent qu'il est convenablement défini, en cohérence avec le scénario industriel de référence (SI 2011). Les groupes permanents notent toutefois que le conditionnement d'environ 20 % de l'inventaire total des colis n'est pas définitivement connu à ce jour. Par ailleurs, ils notent que cet inventaire pourrait être modifié pour la DAC afin de tenir compte de la gestion du parc électronucléaire (durée d'exploitation des réacteurs, gestion des combustibles chargés, construction d'un nouveau réacteur de type EPR...). Ces incertitudes ne sont pas de nature à remettre significativement en cause la conception générale du stockage telle qu'elle est actuellement prévue par l'Andra.

Pour ce qui concerne l'inventaire dit « de réserve » comprenant notamment les combustibles usés, les groupes permanents considèrent qu'il n'apparaît pas à ce jour d'impossibilité d'augmenter l'emprise de l'installation pour les stocker. Si cette décision devait être prise, une démonstration de sûreté complète serait nécessaire.

\*  
\* \*

### ***Données relatives au site retenu***

Les groupes permanents considèrent que l'Andra a acquis une connaissance détaillée du site de Meuse/Haute-Marne, qui lui permet de confirmer la pertinence de la zone retenue pour l'implantation du stockage. Les caractéristiques du site sont favorables à la mise en œuvre des concepts retenus au stade du DOS. Toutefois un certain nombre de points restent à préciser dans le dossier qui sera remis pour la DAC. Il conviendra en particulier que la représentativité du modèle hydrogéologique soit améliorée pour préciser la localisation des exutoires possibles des écoulements en provenance du stockage, que soit confirmée l'homogénéité de la formation hôte au droit des zones flexurées identifiées par les investigations géophysiques et que soient retenues, pour la démonstration de sûreté, certaines hypothèses et valeurs de paramètres conservatives plus adaptées à l'état des connaissances. Les groupes permanents estiment que les engagements de l'Andra sur ces sujets sont, à ce stade, satisfaisants.

\*  
\* \*

### ***Evolution des composants du stockage***

L'Andra a mené de nombreuses études pour caractériser les évolutions des différents composants du stockage (colis, matériaux métalliques, cimentaires et argileux) et a constitué un ensemble important de connaissances à ce sujet.

Les groupes permanents estiment que les modèles établis par l'Andra de relâchement des radionucléides hors des colis sont satisfaisants, sous réserve d'une analyse plus précise, que l'Andra s'est engagée à réaliser, de l'influence sur l'altération des verres des matériaux d'environnement (produits de corrosion, matériaux cimentaires). Par ailleurs, le bon dimensionnement des conteneurs en acier des colis HA et des composants des alvéoles correspondants (chemisage, bride...) à l'égard des phénomènes de corrosion devra être confirmé en mettant à

profit les tests en vraie grandeur dans le laboratoire de Meuse/Haute-Marne. A cet égard, les groupes permanents soulignent à nouveau le besoin de présenter les premiers résultats de tels essais en support à la DAC, notamment pour consolider le bien-fondé du concept d'alvéole HA en termes de faisabilité et de surveillance.

S'agissant des massifs d'appui des ouvrages de scellement ainsi que des revêtements des alvéoles MAVL contenant des déchets vitrifiés, le recours à des bétons bas pH dans le stockage n'apparaît pas justifié en l'état actuel des connaissances, notamment en raison des incertitudes portant sur leur tenue mécanique sur des durées compatibles avec celle de la phase d'exploitation de Cigéo. Par ailleurs, les groupes permanents observent que, à ce jour, les critères en termes d'endommagement acceptable de la roche hôte autour des ouvrages destinés à être scellés au plus tard à la fin de la phase d'exploitation, restent à définir.

Pour ce qui concerne le milieu géologique, les groupes permanents estiment que l'Andra a correctement identifié les perturbations (bactériennes, organiques, salines...) qui pourront affecter la roche hôte ainsi que les phénomènes qui se produiront pendant les transitoires (thermique, hydraulique, mécanique...) qui résulteront de l'implantation du stockage. Les résultats présentés tendent à indiquer que leur extension devrait être limitée par rapport à l'épaisseur de la roche hôte. L'Andra devra toutefois les prendre en compte de manière conservatrice dans les scénarios d'évolution du stockage. S'agissant plus particulièrement des gaz, la possibilité pour ceux-ci de traverser les ouvrages de fermeture sans en dégrader les performances devra être confirmée.

\* \*

### **Evaluation de sûreté de Cigéo**

Les groupes permanents estiment que la démarche de sûreté retenue par l'Andra pour la phase d'exploitation du stockage repose sur des principes cohérents avec ceux du guide de sûreté de l'ASN. La sûreté de l'installation devra être démontrée au regard de la défense en profondeur à l'échéance de la DAC. L'Andra devra tout particulièrement justifier l'exclusion de certaines situations et expliciter les modalités de prise en compte des cumuls plausibles d'événements.

Les groupes permanents soulignent les avancées de l'Andra en matière de maîtrise des risques en exploitation. Les risques de criticité ainsi que les risques associés à la coactivité ou encore à la manutention des colis font l'objet d'orientations qui apparaissent globalement appropriées. De même, les modalités de prise en compte des risques d'exposition des travailleurs et de dispersion de substances radioactives sont, dans leur principe, satisfaisantes. Hormis le cas particulier des colis de déchets enrobés dans du bitume, les groupes permanents estiment que les principes prévus de maîtrise des risques d'incendie dans les installations de surface et souterraine sont convenables à ce stade. Les groupes permanents estiment que, compte tenu des caractéristiques particulières de l'installation souterraine, les dispositions d'intervention en cas d'incendie devront être justifiées pour la DAC.

Pour ce qui concerne plus particulièrement les colis de déchets enrobés dans du bitume, les groupes permanents considèrent qu'il existe, en cas d'incendie ou d'élévation de température, un risque d'emballement de réactions exothermiques dans ces colis qui pourrait entraîner un rejet important d'activité dans l'environnement. Aussi, les groupes permanents estiment que les options de conception présentées dans le DOS ne permettent pas en l'état de démontrer la sûreté du stockage de ces colis dans l'installation Cigéo. A ce stade, il existe deux voies envisageables pour le devenir des enrobés bitumineux déjà conditionnés :

- 1) le développement à une échelle industrielle d'un procédé assurant la neutralisation de la réactivité chimique des enrobés,
- 2) des évolutions des concepts du projet Cigéo permettant d'exclure le risque d'emballement de réactions exothermiques en cas d'incendie ou d'élévation de température.

La faisabilité de chacune de ces deux voies ne pouvant pas être aujourd'hui appréciée, les groupes permanents estiment qu'un processus doit être mis en place en vue de déterminer, en relation avec l'ensemble des parties prenantes, l'orientation à retenir pour assurer un niveau de sûreté acceptable, et ce avant le dépôt de la DAC.

Pour ce qui concerne les installations de surface, les groupes permanents considèrent en tout état de cause que l'évaluation des conséquences des scénarios d'incendie devra être revue en tenant compte de la **recommandation R1 formulée en annexe au présent avis**.

Pour ce qui concerne les autres risques en phase d'exploitation (associés aux facteurs organisationnels et humains, à la fermeture des alvéoles, au vieillissement, aux agressions d'origine externe), les groupes permanents estiment que les concepts retenus au stade du DOS devraient permettre d'assurer leur maîtrise, compte tenu des engagements pris par l'Andra au cours de l'instruction. Les groupes permanents soulignent l'importance des justifications qui seront à apporter concernant le maintien des exigences associées aux systèmes, structures et composants de l'installation, eu égard à la durée d'exploitation de l'installation. A cet égard, le dossier examiné n'apporte que peu d'éléments concernant les modalités selon lesquelles l'Andra compte assurer une surveillance

adaptée aux exigences tant de la sûreté en phase d'exploitation que de la sûreté après fermeture du stockage ; des modifications de conception pourraient s'avérer nécessaires pour que puisse être assurée une telle surveillance. De même, les possibilités d'intervention à la suite d'un accident devront être soigneusement considérées au stade de la conception du stockage avec l'objectif de permettre, autant que possible, la reprise de son exploitation.

Pour ce qui concerne la démarche de sûreté pour la phase après fermeture du stockage, les groupes permanents observent avec satisfaction que l'Andra a présenté un ensemble de scénarios correspondant à différentes situations envisageables à long terme, y compris d'éventuelles exploitations du sous-sol. Les groupes permanents considèrent néanmoins que l'évaluation des effets d'un séisme susceptible de survenir après la fermeture du stockage nécessite de revoir à l'échéance de la DAC l'estimation de l'aléa sismique, associé au séisme maximum physiquement possible (SMPP), conformément aux termes **de la recommandation R2 formulée en annexe au présent avis**. En outre, les groupes permanents considèrent que l'Andra devra présenter à l'échéance de la DAC les exigences, ainsi que les critères et méthodes les traduisant, qu'elle retient pour analyser le comportement des ouvrages sous séismes.

Les groupes permanents notent par ailleurs que les impacts radiologiques estimés par l'Andra sont faibles tant pour les scénarios d'évolution normale que pour les scénarios altérés. A l'échéance de la DAC, ces estimations mériteront toutefois d'être complétées, notamment en considérant la possibilité d'un exutoire dans l'aquifère de l'Oxfordien et en réévaluant la contribution à l'impact du <sup>79</sup>Se, selon sa spéciation chimique.

Enfin, les groupes permanents regrettent que l'Andra n'ait pas présenté une analyse suffisamment développée des avantages et inconvénients de diverses possibilités d'optimisation de l'architecture du stockage (le positionnement des quartiers de stockage par rapport aux liaisons surface-fond, la longueur des galeries, le nombre et la performance des scellements...). **Ce sujet fait l'objet de la recommandation R3 formulée en annexe au présent avis.**

\*\*\*\*\*

En conclusion, les groupes permanents estiment que le DOS transmis par l'Andra montre que les options de sûreté de Cigéo sont dans l'ensemble satisfaisantes, hormis le cas particulier des bitumes. Sur cette base et compte tenu des engagements pris par l'Andra, une démonstration probante de la sûreté du projet de stockage devrait pouvoir être présentée dans le dossier de demande d'autorisation de création correspondant, sous réserve d'un traitement satisfaisant des points soulevés dans le présent avis, dont certains pourraient nécessiter des modifications d'éléments de conception.

---

**ANNEXE**

\*\*\*\*\*

**RECOMMANDATIONS**

**R1**

Les groupes permanents recommandent que, dans le dossier accompagnant la demande d'autorisation de création d'une installation de stockage de déchets de moyenne et haute activité à vie longue, l'Andra retienne pour le dimensionnement de l'installation de surface, sauf justification particulière, un incendie impliquant au moins l'intégralité du contenu du colis primaire le plus pénalisant.

**R2**

Les groupes permanents recommandent que l'Andra retienne, dans le dossier accompagnant la demande d'autorisation de création d'une installation de stockage de déchets de moyenne et haute activité à vie longue, le séisme maximum physiquement possible, fondé sur la dimension des failles du secteur.

**R3**

Les groupes permanents recommandent que l'Andra retienne, dans le dossier accompagnant la demande d'autorisation de création d'une installation de stockage de déchets de moyenne et haute activité à vie longue, une architecture de stockage qui procure une redondance avérée de la fonction des scellements des liaisons surface-fond, en prenant en considération au moins les lignes de défense suivantes et leur combinaison : (i) le nombre et la performance des scellements de galerie, (ii) la distance entre les quartiers de stockage et la base des liaisons surface-fond, et (iii) le positionnement des quartiers de stockage par rapport aux liaisons surface-fond. Cette architecture sera justifiée par une étude des avantages et inconvénients de différentes options, en considérant les aspects relatifs à la sûreté et à la radioprotection en exploitation et à long terme.