

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

**Avis
relatif au projet de stockage Cigéo –
Examen du dossier « Ouvrages de fermeture »**

Réunion tenue à Montrouge le 01/07/2014

Conformément à la demande du Président de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), formulée par la lettre ASN CODEP-DRC-2013-055527 du 5 novembre 2013, le groupe permanent d'experts pour les déchets a examiné, le 1^{er} juillet 2014, les dispositions retenues par l'Andra relatives aux ouvrages de fermeture de l'installation qu'elle envisage pour le stockage de déchets radioactifs de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MAVL) en formation géologique profonde (projet Cigéo). La lettre précitée de l'ASN demande plus particulièrement l'avis du groupe permanent sur (i) la pertinence des objectifs de performance retenus par l'Andra pour les scellements de galeries et des liaisons surface-fond ainsi que pour les bouchons d'alvéoles HA, (ii) la pertinence des concepts proposés pour les atteindre, en tenant compte notamment des contraintes liées à la réversibilité ainsi que des perturbations hydromécaniques (incluant celles liées aux gaz), chimiques et bactériennes auxquelles ces ouvrages pourraient être soumis, (iii) la faisabilité industrielle des ouvrages présentés.

Le groupe permanent a pris connaissance de l'analyse par l'IRSN des dispositions précitées sur la base du dossier présenté et a entendu les explications et les commentaires présentés en séance par l'Andra. Il a également tenu compte des engagements pris par l'Andra au cours de l'instruction technique, transmis à l'ASN en complément du dossier initial.

La partie souterraine de l'installation a vocation à être remblayée et scellée afin que la sûreté du stockage soit assurée à long terme de manière passive, sans qu'il soit nécessaire d'intervenir. Les scellements envisagés sont des ouvrages de dimensions décamétriques qui ont pour rôle de s'opposer à la circulation de l'eau dans l'installation de stockage et de limiter les relâchements à long terme de radioactivité dans l'environnement. L'Andra prévoit d'implanter des scellements dans les liaisons surface-fond (puits et descenderies), dans les galeries de liaison et aux extrémités des alvéoles de stockage de déchets MAVL. Les alvéoles de stockage de déchets HA seraient quant à eux obturés par des ouvrages plus petits (environ 70 cm de diamètre, quelques mètres de longueur) appelés « bouchons ».

Les concepts des ouvrages de fermeture précités ont sensiblement évolué depuis les examens des « Dossier 2005 » et « Dossier 2009 » ; le groupe permanent rappelle à cet égard qu'il avait estimé, à l'issue de l'examen du « Dossier 2009 », que des éléments probants quant à la faisabilité industrielle de dispositions de scellement de galeries et de liaisons surface-fond devraient être présentés à l'échéance de la demande d'autorisation de création de l'installation de stockage.

Objectifs de performance des ouvrages de fermeture retenus par l'Andra

Pour ce qui concerne les **scellements des liaisons surface-fond**, les objectifs de performance hydraulique retenus par l'Andra sont identiques à ceux qui étaient indiqués dans le « Dossier 2009 », à savoir une perméabilité équivalente « en grand » de l'ordre de 10^{-11} m/s. Compte tenu de l'implantation de ces scellements dans les niveaux carbonatés situés au toit de la formation hôte qui semblent moins sensibles à l'endommagement mécanique en paroi, les objectifs de performance retenus par l'Andra apparaissent pertinents. Le groupe permanent insiste toutefois sur l'importance prépondérante de ces scellements pour éviter que les ouvrages souterrains ne deviennent des voies de transfert

préférentielles ; il estime dès lors qu'un essai *in situ* en vraie grandeur en complément des essais déjà réalisés sera nécessaire pour vérifier la faisabilité industrielle de ces scellements et montrer la possibilité d'atteindre les performances visées ; le groupe permanent a noté qu'un tel essai est d'ores et déjà prévu par l'Andra et sera réalisé en descenderie pendant la phase pilote de Cigéo.

S'agissant des **scellements de fond**, le groupe permanent observe en revanche que la performance hydraulique visée est inférieure d'un ordre de grandeur à ce qui était indiqué dans les précédents dossiers (perméabilité « en grand » de 10^{-9} m/s retenue au lieu de 10^{-10} m/s précédemment). En cas de défaillance des scellements des liaisons surface-fond, cette performance pourrait être insuffisante pour éviter que ces liaisons ne deviennent, au moins temporairement, la voie de transfert prédominante de la radioactivité, pouvant conduire à des flux locaux de radionucléides plus concentrés. Compte tenu du rôle prépondérant de la perméabilité de la zone endommagée en paroi (EDZ) dans la performance hydraulique des scellements de fond, le groupe permanent estime nécessaire que l'Andra étudie les moyens susceptibles d'une part de limiter l'endommagement de la roche, d'autre part de réduire la perméabilité de l'EDZ. A cet égard, le groupe permanent est d'avis que l'Andra devrait poursuivre activement le développement d'un concept de scellement de fond avec coupures hydrauliques de l'EDZ. En outre, le groupe permanent estime que l'architecture générale du stockage (longueur des galeries, positionnement des liaisons surface-fond...) pourrait apporter des marges supplémentaires en cas de défaillance d'une ou plusieurs barrières ouvragées. **Le groupe permanent recommande que, dans le « Dossier d'options de sûreté » du stockage, l'Andra justifie l'architecture retenue en présentant les avantages et inconvénients du point de vue de la sûreté et de la radioprotection de différentes options pour les différentes phases de la vie du stockage.**

S'agissant des **bouchons d'alvéoles HA**, l'Andra ne leur affecte plus d'objectif de performance hydraulique dans la mesure où elle estime que celle-ci n'influence quasiment pas la circulation de l'eau dans le stockage en situation normale de fonctionnement de l'installation. Le groupe permanent estime pour sa part que des évaluations complémentaires, prenant en considération les phases hydrauliques transitoires et des situations dégradées de fonctionnement de l'installation, seront toutefois nécessaires en vue de conforter le bien-fondé de l'approche retenue.

Pertinence des concepts présentés par l'Andra

Le groupe permanent considère que l'Andra a globalement fait évoluer les concepts des dispositifs de fermeture et les programmes de recherche afférents dans un sens favorable à l'obtention, à l'échéance du dépôt de la demande d'autorisation de création, d'éléments probants quant à leur faisabilité. Le groupe permanent estime toutefois que le scellement envisagé en descenderie devrait concerner une épaisseur de roche dans le toit de la formation hôte supérieure à celle retenue dans le dossier examiné. Pour ce qui concerne les éléments en béton (portions de revêtement laissées en place, massifs d'appui) situés à proximité des matériaux argileux composant les scellements, le groupe permanent considère que l'utilisation d'un béton à bas pH serait favorable à la limitation des interactions chimiques avec les argiles. L'Andra devra toutefois montrer que l'évolution physicochimique du béton à bas pH dans le Callovo-Oxfordien et dans l'Oxfordien calcaire ne risque pas de nuire à l'atteinte des performances mécaniques qui lui sont attribuées ; dans l'hypothèse où cette justification ne pourrait pas

être apportée, le groupe permanent souligne qu'un retour à l'utilisation de bétons plus classiques pourrait conduire à une révision du dimensionnement de composants argileux au regard de la perturbation chimique plus importante induite par ces bétons, qui sont plus alcalins.

Enfin, le groupe permanent constate que l'analyse du comportement à moyen et long terme des scellements est encore en cours et prend note de l'engagement pris par l'Andra de compléter celle-ci par des simulations numériques d'ensemble tenant compte des couplages hydromécaniques ainsi que des incertitudes sur le comportement différé de la roche et sur la rhéologie du béton aux échelles de temps considérées ; le groupe permanent estime que ces simulations devront également inclure la sollicitation des scellements par les gaz.

Faisabilité industrielle et contraintes liées à la réversibilité

Au vu du dossier de l'Andra, le groupe permanent n'a pas identifié de difficulté majeure quant à la faisabilité industrielle des concepts de référence retenus pour les ouvrages de fermeture. Le groupe permanent relève toutefois que la mise en place des scellements nécessitera une dépose totale ou partielle des revêtements en béton ; des désordres plus ou moins prononcés pourraient alors apparaître dans les parois des ouvrages. Il convient donc que l'Andra précise comment ces désordres possibles seront pris en compte dans la conception des ouvrages, en particulier dans le cas des scellements à l'extrémité des alvéoles MAVL, pour lesquels les possibilités d'implantation ne pourront plus être adaptées une fois les alvéoles construits.

Par ailleurs, le groupe permanent s'interroge sur la pertinence de la conception des bouchons de radioprotection des alvéoles HA au regard de la sûreté lors des opérations d'exploitation (mise en place et dépose de bouchons en cas de retrait des colis de déchets HA) et en phase de post-fermeture (interactions mécaniques avec les colis HA) ; il prend note que l'Andra s'est engagée à étudier ce sujet. Enfin, le groupe permanent souligne que les opérations de retrait des colis de déchets qui pourraient être décidées nécessiteraient des opérations de déconstruction des ouvrages de fermeture (bouchons d'alvéoles HA, scellements d'alvéoles MAVL) lourdes et délicates ; le groupe permanent estime à cet égard que, si l'option d'une fermeture des alvéoles au cours de la phase d'exploitation était retenue, des essais pour démontrer la faisabilité de la réouverture d'alvéoles devraient être réalisés au cours de la phase pilote.

En conclusion, le groupe permanent considère que le dossier examiné constitue une avancée en matière de faisabilité industrielle de la fermeture de l'installation de stockage. Le groupe permanent souligne l'importance d'essais *in situ* à l'échelle 1 qui seront à réaliser durant la phase pilote pour valider le bien-fondé des dispositifs de fermeture conçus par l'Andra.