

## COMMISSION NATIONALE D'ÉVALUATION

### SYNTHESE RAPPORT D'ÉVALUATION N° 11 – Mai 2017

#### Résumé et conclusions :

- Le projet CIGEO est, d'ores et déjà, très largement engagé puisque la Demande d'Autorisation de Création (DAC) pourrait être déposée en 2018 (*nota : l'ANDRA propose maintenant une date mi-2019*).
- Après la rédaction de ce rapport et avant sa présentation à l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques, les instances en charge de l'évaluation de la sureté des installations nucléaires ont émis de fortes réserves sur le stockage des déchets bitumineux dans CIGEO ; elles préconiseraient la recherche de la neutralisation de la réactivité chimique des colis plutôt que leur stockage tel que prévu aujourd'hui par l'ANDRA. Le choix relève d'un débat scientifique sur l'inflammabilité des déchets bitumineux qui nécessite des études complémentaires que la Commission évaluera.
  
- Les modèles développés pour calculer le dimensionnement d'ouvrages souterrains sont convaincants en raison du soin apporté à la qualification du comportement thermo-hydro-mécanique (THM) de l'argilite. L'amélioration continue de la modélisation physico-chimique du stockage, a permis d'affiner la quantification des flux d'eau et de gaz, aussi bien pendant l'exploitation qu'après la fermeture de CIGEO.
- L'ANDRA doit expliciter l'ensemble des critères utilisés pour valider la configuration et le dimensionnement des ouvrages envisagés.
- La Commission considère que la DAC devrait décrire une conception entièrement réalisable avec les technologies actuelles. Compte-tenu de la durée séculaire du projet, la Décision d'Autorisation de Création devrait aussi permettre la mise en œuvre d'optimisations ou d'évolutions technologiques sans dégrader la sureté. La Commission attire l'attention sur la spécificité de cette Décision d'Autorisation de Création.
- Face à la complexité de l'installation et de son exploitation, la Commission recommande la réalisation d'une maquette numérique de Cigéo, tridimensionnelle et interactive, permettant de former les opérateurs et de finaliser les procédures à mettre en œuvre. Le projet commencera par une phase industrielle pilote, étape essentielle qui s'achèvera avec la démonstration complète de la maîtrise de l'exploitation de Cigéo. La phase industrielle pilote devra aussi servir à qualifier, in situ à l'échelle 1, les différents éléments constitutifs des scellements.
- La Commission n'estime pas souhaitable de laisser délibérément ouvert chaque alvéole rempli jusqu'à terminaison d'un quartier de stockage. Elle recommande la mise en place, au fur et à mesure au cours de la phase d'exploitation de Cigéo, d'une structure d'isolement étanche permettant à chaque alvéole rempli, ainsi isolé, d'évoluer en mode passif vis-à-vis du milieu géologique. Ces alvéoles feraient l'objet d'une surveillance continue.
- Suite au dépôt de la DAC, une nouvelle estimation du coût total du stockage devrait être établie. Les coûts de la Phase Industrielle Pilote (PIP) y seront déterminés avec précision.

Compte tenu du besoin de liquidités tout au long du projet, l'estimation du coût de Cigéo doit inclure les coûts liés à son financement.

- Pour appliquer les dispositions de la loi de 2016 (revue de réversibilité et participation des citoyens), la Commission suggère la création d'une instance spécifique qui permettrait de gérer l'évolution de Cigéo dans la transparence. Cette instance assurerait le suivi annuel du Plan Directeur d'Exploitation (PDE) que l'Andra présenterait. Lorsque des évolutions du stockage apparaîtraient souhaitables, cette instance les évaluerait et les apprécierait du point de vue de leurs conséquences en se fondant sur l'avis des Autorités et Commissions compétentes. Ces projets d'évolution feraient également l'objet d'une concertation entre l'ensemble des parties prenantes dont l'Andra, les producteurs de déchets et les citoyens. Une fois ces échanges et ces approfondissements d'analyse réalisés, cette instance aurait la charge de proposer à l'Etat un projet de décision.

*Le chapitre 1 concerne plus particulièrement le CLIS en portant sur CIGEO.*

## **1) CIGEO :**

### **1.1) Introduction :**

L'Avant-Projet Sommaire (APS) a été mené jusqu'en juin 2015, c'est maintenant la phase d'Avant-Projet Détaillé (APD) qui devrait se clôturer par le dépôt de la Demande d'Autorisation de Création (DAC). En préparation de ce dépôt de DAC, l'ANDRA a élaboré un Dossier d'Options de Sûreté (DOS) en 2 volets (exploitation, fermeture), accompagné d'un Dossier d'Options techniques de REcupérabilité (DOREC) et d'un Plan Directeur d'Exploitation (PDE).

### **1.2) Les déchets destinés à CIGEO :**

La CNE renouvelle sa demande de détails sur le processus d'approbation des colis et les recherches entreprises pour parvenir à sa définition complète. Le PNGMDR (Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs) a précisé l'inventaire de référence des déchets dans le décret du 23 février 2017, accompagné d'un inventaire de réserve comprenant les CU (Combustibles Usés). La CNE considère que les études pour un éventuel stockage des CU sont très insuffisantes bien qu'ils ne fassent pas partie de l'inventaire de référence.

### **1.3) L'analyse du DOS par la Commission :**

#### **1.3.1) Les modalités de fermeture du stockage au regard de la réversibilité :**

La Commission rappelle que CIGEO doit être conçu comme un stockage réversible destiné à être fermé pour assurer une sûreté passive à long terme. Sa fermeture est progressive permettant la mise en œuvre de la récupérabilité. Les déchets sont ultimes, la récupération de colis n'est envisageable qu'en cas de dysfonctionnement dans le processus de stockage. Une reprise à grande échelle des déchets ne peut être considérée comme une opération normale. La CNE recommande la mise en place d'une structure d'isolement étanche à chaque alvéole, en cours d'exploitation. Ceci contribuerait au retour d'expérience nécessaire à la réversibilité.

#### **1.3.2) Le rôle du PDE :**

Les revues de réversibilité sont prévues à un rythme quinquennal. Le PDE est destiné à évoluer avec l'exploitation du stockage. La CNE demande que les modalités de fermeture progressive soient précisées en considérant les objectifs de sûreté en exploitation et à long terme. L'ANDRA devra définir les modalités lui permettant de bénéficier du retour des conclusions d'une consultation sociétale. Le PDE a vocation à devenir un élément structurant de la gouvernance de CIGEO.

#### **1.3.3) L'exploitation de CIGEO :**

En exploitation, la traçabilité des colis devra être assurée, la documentation devra être accessible aux opérateurs à tout moment. Face à la complexité de l'installation (étendue, zones surface et en profondeur) et son exploitation (séculaire, co-activité, fermeture), la CNE recommande la réalisation d'une maquette numérique tridimensionnelle et interactive permettant de former les opérateurs et valider les procédures à mettre en œuvre.

#### **1.3.4) La phase industrielle pilote :**

Le bon déroulement de la PIP constituera l'élément primordial pour prendre la décision de mise en service définitive du stockage. La CNE estime que la PIP devra durer le temps nécessaire pour valider les options techniques et permettre d'atteindre un fonctionnement en régime nominal.

#### **1.3.5) La démonstration de sûreté après fermeture :**

La CNE recommande d'explicitier l'imbrication des divers modèles utilisés pour représenter les phénomènes aux différentes échelles impliquées dans la démonstration de sûreté. S'agissant des scénarios d'évolution à long terme de l'ouvrage, elle demande qu'une étude de sensibilité soit présentée, pour évaluer l'effet de la variabilité des paramètres des matériaux sur les résultats des simulations. Elle considère que le choix des paramètres associés aux milieux altérés par la présence de l'ouvrage doit être mieux étayé.

### **1.4) Les travaux menés dans le cadre de l'APD :**

#### **1.4.1) Quel contenu pour la DAC:**

Vu la durée séculaire du projet, des écarts entre l'ouvrage tel que prévu demain et tel qu'il sera réalisé dans 150 ans sont inévitables. La Commission considère que le dossier DAC devra avoir pour objet de décrire une conception de stockage réalisable avec les technologies actuelles, formant une configuration de référence. La Décision d'Autorisation de Création qui en résultera, devra aussi permettre la mise en œuvre d'optimisations ou d'évolutions technologiques sans dégrader la sûreté. La Commission attire l'attention sur la spécificité de cette décision d'autorisation de création.

#### **1.4.2) Le lien entre les recherches et l'ingénierie :**

A un an du dépôt de la DAC, le programme de recherche devrait montrer clairement les besoins de connaissances nécessaires et les options envisagées pour l'ingénierie. La Commission recommande que soit explicité le plus rapidement possible l'ensemble des critères utilisés pour dimensionner la configuration de référence, au regard des connaissances actuelles.

#### **1.4.3) Incertitudes :**

La CNE souhaite que l'estimation des incertitudes sur les différentes données soit poursuivie ; que l'articulation entre les modèles qui constituent la chaîne de modélisation soit clairement décrite, et que l'approche suivie pour propager les incertitudes le long de cette chaîne et en déduire les coefficients de sécurité soit explicitée.

## **1.5) Les recherches entreprises par l'ANDRA en vue de la DAC :**

### **1.5.1) Le dimensionnement des ouvrages souterrains :**

La CNE considère que les calculs présentés sont convaincants. Elle recommande de passer de la phase recherche à la phase d'ingénierie en appliquant les méthodes développées pour le dimensionnement des galeries et de leurs revêtements.

### **1.5.2) Le dimensionnement THM (Thermo Hydro Mécanique) des quartiers HA :**

La CNE approuve les modèles de comportement THM. L'ANDRA doit maintenant passer du modèle au dimensionnement.

### **1.5.3) Les transitoires de resaturation et de dégagement de gaz :**

La CNE note l'amélioration de la quantification des flux et de la durée des transitoires (sans remettre en cause les conclusions de 2005). L'ANDRA a démontré sa capacité à quantifier les flux d'eau et de gaz pendant la phase transitoire de resaturation, en tenant compte du couplage de nombreux processus. La CNE demande qu'on lui présente les conséquences des pressions élevées de gaz sur l'évolution des composants du stockage. Elle recommande d'analyser la cicatrization et ses effets sur le comportement THM en phase de resaturation ou à défaut, de démontrer que ces effets sont intégrés dans l'enveloppe des scénarios étudiés.

### **1.5.4) La migration des radionucléides :**

La CNE considère que pour décider d'un co-stockage de colis dans une même alvéole, il faut préciser les valeurs des paramètres, liés à la migration des molécules organiques et des complexes qu'elles forment avec les radionucléides dans un milieu hétérogène représentatif d'une alvéole dégradée. La Commission estime que l'ANDRA a démontré sa capacité à réaliser des calculs sur la migration des radionucléides prenant en compte les phases transitoires.

### **1.5.5) Le rôle des scellements :**

La CNE recommande que la qualification expérimentale des différents éléments constitutifs des scellements en milieu souterrain se poursuive, à l'échelle 1, au cours de la PIP. La commission valide la méthodologie de calcul des flux de radionucléides aux exutoires, mais recommande que l'ANDRA vérifie l'efficacité des scellements pendant les périodes transitoires.

## **1.6) Financement, méthodologie et ingénierie contractuelle du projet :**

La CNE recommande de veiller à ce que les taux d'actualisation choisis préservent au mieux l'équité intergénérationnelle ; que les coûts liés à la PIP soient réévalués avec précision ; qu'avant le dépôt de la DAC, une nouvelle estimation du coût total devrait être réalisée en tenant compte des pistes d'optimisation ; et que cette estimation inclut les coûts liés au

financement de CIGEO. La CNE considère que l'ingénierie contractuelle participe de la démarche d'évaluation des coûts et demande à l'ANDRA d'intégrer cette dimension dans ses études.

## **1.7) Gouvernance :**

### **1.7.1) Gouvernance de CIGEO :**

La loi de 2006 impose que la participation des citoyens soit garantie tout au long de la vie du stockage. La CNE suggère la création d'une instance spécifique pour gérer CIGEO dans la transparence. Cette instance assurerait le suivi annuel du PDE, évaluerait les évaluations apparaissant souhaitables et leurs conséquences, en se fondant sur l'avis des Autorités et Commissions compétentes. Ces évolutions feraient l'objet d'une appréciation concertée avec l'ensemble des parties prenantes (ANDRA, producteurs et citoyens). A la fin des échanges, cette instance aurait la charge de proposer à l'Etat un projet de décision.

### **1.7.2) Gouvernance de l'aval du cycle :**

L'aval du cycle ne comprend pas que la gestion des déchets mais aussi le démantèlement, le retraitement ou stockage des CU, la transmutation des actinides, la filière RNR ... La CNE considère qu'une instance de décision unique pourrait dégager une vision synthétique et cohérente sur toutes ces questions.

### ***Le chapitre 2 aborde les Séparation et Transmutation :***

*Astrid est un projet de démonstrateur technologique de réacteur à neutrons rapides (RNR), devant permettre de recycler durablement du plutonium. Astrid permettra d'évaluer la faisabilité industrielle de la transmutation des actinides mineurs. Des assemblages spécifiques de combustible devront être qualifiés. Seule la transmutation de l'américium est envisagée.*

*Les chapitres 3 et 4 traitent les thèmes de l'assainissement et la reprise des déchets, des déchets de faible et très faible activité :*

*Les études sur le stockage des bitumes progressent et la Commission recommande de poursuivre les expériences, en particulier de réévaluer la voie alternative de l'incinération de ces bitumes. Le centre de stockage des TFA, même étendu à 900 000 m<sup>3</sup>, sera rempli à l'horizon 2030. L'ANDRA estime que la moitié des déchets TFA pourrait rejoindre des stockages simplifiés. La CNE considère que la politique de gestion des déchets doit reposer uniquement sur des études caractérisant leur toxicité, en tenant compte des attentes sociales, avec les problématiques de seuils de libération et de faibles doses.*

*Le chapitre 5 porte sur la recherche fondamentale et le chapitre 6 dresse un panorama international :*

*Le stockage géologique des déchets HA et MA-VL est la solution de référence au niveau international.*

*La Finlande a commencé la construction de son stockage dans le granite à -430 m, la Suède devrait voir aboutir les procédures d'autorisation de construction d'un stockage en granite en 2018. Aux Etats-Unis, la procédure d'autorisation de Yucca Mountain redémarre. Le Canada recherche des sites alliant adéquation géologique et acceptation sociale. Les systèmes pilotés par accélérateur (ADS) sont toujours étudiés en alternative aux réacteurs critiques rapides. La Commission a analysé les conditions de libération des déchets TFA dans différents pays, une harmonisation européenne et internationale paraît souhaitable. La Commission recommande toujours une réflexion approfondie sur cette thématique.*