

PNGMDR – fiche d'analyse des controverses techniques:**6 - Stockage géologique profond des déchets à moyenne et haute activité et vie longue**

6 – a) Depuis les débats précédents, y-a-t-il des éléments techniques nouveaux qui nécessiteraient un nouvel examen de la faisabilité du stockage géologique profond (Cigéo) ?

6 - b) Le projet Cigéo est-il suffisamment modulaire pour s'adapter à un éventuel changement de la politique de retraitement (avec, par exemple, un stockage direct du combustible usé) ? Si non, quelles modifications introduire ?

Cadre 1, rempli et retourné à la CPDP par mail pour le **lundi 22 octobre**.

Position argumentée sur la question n° 6 exprimée par FNE

Le projet Cigéo met en œuvre le vieux rêve de l'industrie nucléaire qui n'a jamais réussi à résoudre l'épineux problème des déchets nucléaires. Il est conçu à en croire l'Andra « pour stocker les déchets hautement radioactifs et à durée de vie longue produits par l'ensemble des installations nucléaires actuelles, jusqu'à leur démantèlement, et par le traitement des combustibles usés utilisés dans les centrales nucléaires. » Le problème est que l'agence nationale n'a pas réussi en vingt ans à développer ce projet. De plus, les MA-VL sont venus s'ajouter aux HA-VL et complexifier la conception du stockage. Et c'est sans grande surprise que la loi du 25 juillet 2016 a modifié le calendrier initial défini par la Loi du 28 juin 2006. Depuis les difficultés de l'Andra n'ont cessé de s'accumuler. L'avis de l'Autorité de sûreté nucléaire sur les options de sûreté publié le 11 janvier 2018 est accablant laissant penser que les premiers colis ne sont pas près de descendre dans une telle installation qui ne répond pas aux besoins urgents de la filière nucléaire.

Y-a-t-il des éléments techniques nouveaux qui nécessiteraient un nouvel examen de la faisabilité du stockage géologique profond (Cigéo) ?

Des éléments techniques nouveaux sont disponibles depuis le Débat public Cigéo de 2005 : le rapport de la revue internationale par les pairs sur le dossier d'options de sûreté du projet Cigéo remis en Novembre 2016 à l'Autorité de sûreté nucléaire et l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire sur le même dossier d'options de sûreté présenté au Groupe permanent d'experts pour les déchets et au Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines en mai 2017. Ces deux documents ont inspiré l'avis n° 2018-AV-0300 de l'ASN qui manifestement n'a pas retenu l'ensemble du bilan établi par des experts publics qu'on ne saurait suspecter d'accointances antinucléaires.

Si l'Équipe de Revue Internationale (ERI) souligne positivement la décision d'introduire une phase industrielle pilote dans le processus, ainsi que la préparation d'un dossier d'options de sûreté, elle présente une étude pour le moins critique du projet et des démarches de l'Andra qu'elle enjoint de :

- Préciser comment les nouvelles informations seront employées lors du passage d'une étape à la suivante dans le cadre du développement incrémentiel du projet Cigéo [...]
- Développer une stratégie pour s'assurer que les données et informations importantes pour la sûreté en exploitation et après fermeture seront mises à jour, conservées et comprises pendant la durée plus que séculaire d'exploitation prévue de Cigéo.
- Clarifier son nouveau plan de R&D de manière cohérente avec le développement de Cigéo par l'identification et la priorisation des activités de R&D [...]
- Aborder plus en détail, dans le développement du plan de surveillance mis en œuvre au cours de la phase d'exploitation :

- la relation entre les paramètres de surveillance et la sûreté après fermeture ;
 - la faisabilité des activités de suivi prévues au cours de la période d'exploitation, y compris la maintenance ou le remplacement du matériel
 - et la prise en compte de leur potentiel impact négatif sur la performance des composants du stockage au regard de la sûreté après fermeture.
- Poursuivre le renforcement du dialogue avec les producteurs de déchets et rechercher des possibilités d'optimisation générale de la gestion des déchets avant et pendant leur stockage.

Les remarques ne s'arrêtent pas là et touchent le principe même de « barrière géologique » invoqué par l'Andra pour justifier l'opportunité du stockage en couche géologique profonde qui garantirait une sûreté passive de l'installation. Afin de démontrer la robustesse du système de stockage de manière plus approfondie encore, l'ERI estime en effet que l'Andra doit également :

- Considérer la présence de structures permettant l'écoulement des eaux au sein du Cox dans le cadre de calculs hypothétiques pour renforcer la démonstration de la robustesse du système de stockage.
- Justifier les raisons pour lesquelles il n'est pas nécessaire d'inclure, dans le scénario d'évolution normale, un conteneur HA initialement défectueux ou un conteneur HA prématurément défaillant.
- Inclure, dans son rapport de sûreté et sa démonstration de sûreté, l'activité microbienne présente au niveau de l'interface entre le chemisage et le matériau de remblai, étayé, si nécessaire, par les résultats de recherche sur cette activité.

Tout cela est loin d'être anodin et laisse présager que la demande d'autorisation, que l'Andra pense toujours pouvoir déposer, est bien difficile à établir. L'avis de l'IRSN ne lui facilite pas la tâche. L'institut considère en effet qu'il sera nécessaire néanmoins, pour conforter la démonstration de sûreté, que l'Andra accorde une attention particulière :

- à l'amélioration de la représentativité du modèle hydrogéologique et de son évolution future pour préciser la localisation des exutoires possibles des écoulements en provenance du stockage ;
- à la confirmation de l'homogénéité de la formation hôte au droit des flexures identifiées par la reconnaissance géophysique ;
- à la maîtrise de l'endommagement de la roche et de l'évolution des propriétés hydromécaniques des zones endommagées.

Sur ce dernier point, « il convient de noter, selon l'IRSN, qu'à ce jour, les critères définissant l'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. L'Andra devra en outre retenir, dans l'analyse de sûreté, certaines hypothèses et valeurs de paramètres conservatives plus conformes à l'état des connaissances, en particulier eu égard aux propriétés de transport des radionucléides dans la roche hôte. » En d'autres termes, il apparaît clairement que d'aucuns doutent des capacités de confinement de la roche où sera aménagée l'installation... d'autant plus que les pendages des strates géologiques feront qu'à ses extrémités, les galeries de stockage « horizontales » sortiront immanquablement du Cox dit « favorable » (faciès C) !

Les interrogations ne se limitent pas là. Une analyse plus précise devra être conduite à en croire l'IRSN sur l'influence des matériaux d'environnement (produits de corrosion, matériaux cimentaires tels que le matériau de remplissage à l'extrados du chemisage des alvéoles de stockage des déchets de haute activité) et sur l'altération des verres. Et ce n'est là qu'un exemple parmi tant d'autres qui donne à voir que les analyses de Bertrand Thuillier étaient sérieuses et fondées. La thèse de Leny Patinaux l'a donné à voir en prouvant que l'Andra a moins cherché à résoudre des problèmes techniques qu'à apporter des réponses aux injonctions qui lui étaient adressées.

Dès le dossier Argile de 2005, d'aucuns pouvaient se douter de faiblesses structurelles du projet. Comment se fait-il dès lors que les pouvoirs publics aient mis tant de temps à le reconnaître ? Une meilleure évaluation initiale de l'enfouissement aurait permis de ne pas s'engager aussi loin dans ce qui apparaît de plus en plus comme une impasse technologique et économique... sans parler du désarroi des élus locaux qui ont cru en ce projet qui leur a été présenté comme la 8e merveille du monde !

Le projet Cigéo est-il suffisamment modulaire pour s'adapter à un éventuel changement de la politique de retraitement ?

Le projet Cigéo n'a pas été conçu initialement pour être modulaire mais pour enfouir un inventaire dont personne ne savait que faire. L'histoire a prouvé que le problème n'est pas aussi simple que certains voulaient bien le dire. Non seulement des incertitudes demeurent sur la liste des déchets qui pourraient être stockés à quelques 500m sous terre, mais d'aucuns se posent encore la question d'adapter l'installation à de nouveaux besoins. Et l'Andra, telle Sysiphe, a été amenée au fil des ans à revoir sa copie, à refaire des études et à envisager des options écartées auparavant. En tout cas un constat s'impose, s'il y a bien quelque chose d'irréversible dans Cigéo... c'est la persévérance dans l'erreur.

Cigéo n'est pas adaptable car les roches impactées après creusement, ne sont pas reconstituables (EDZ). Or la relation forte qui devait exister entre roche et colis était la seconde barrière incontournable de sûreté. Elle n'existe plus. Il n'est pas besoin d'un nouveau laboratoire pour conclure.

Contrairement à ce qui a été dit longtemps et notamment lors du premier débat public sur la gestion des déchets nucléaire, le Callovo-Oxfordien (Cox) n'est absolument pas homogène. Le dossier « argile 2005 » le donne à voir et précise que seuls les faciès « C » sont favorables. Or dans les forages existant hors ZIRA, ces massifs ne font que 35-50m, et non 150 comme on le voit encore dans les textes de communication.

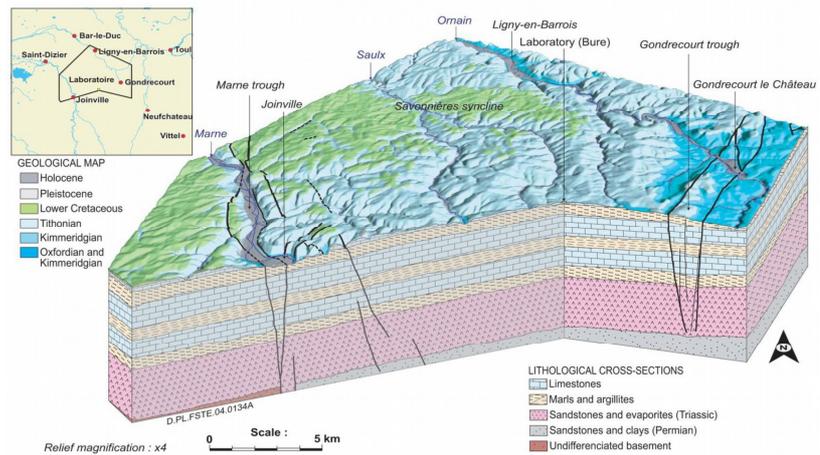
Hors de ces niveaux favorables, la charge en Calcium (supérieure à 30% dans tous les cas) pose plus d'une question : rétractation des roches en désaturation hydrique, réaction de cette roche basique avec les « bétons bas pH », avec les flux d'hydrogènes issus des colis, avec les circulations d'eaux intempestives dans des roches calcaires hétérogènes, etc.

Cette instabilité générale était signalée page 58 du rapport de l'IRSN sur le dossier « argile 2005 », DSU n°106. 13 ans après ce constat n'est toujours pas pris en compte alors que la plupart des géologues indépendants qui se sont penchés sur le projet Cigéo n'ont jamais cessé de mettre en garde l'Andra sur l'instabilité des roches et leurs capacités de se relaxer et donc devenir incohérentes.

Les pages suivantes sont plus sévères encore révélant une extrême fragilité du milieu géologique où l'Andra envisage de réaliser l'installation : « roche peu déformable (...) », avec des variations de carbonates selon les faciès (...), « installation dans l'unité C la plus argileuse » (...). Page 60, dans ce faciès « une zone endommagée apparaît autour des ouvrages excavés », « la contrainte horizontale n'est indiquée qu'à une seule profondeur et avec un calcul d'erreur élevé ce qui, conjugué avec la variabilité mécanique de l'unité géomécanique C, pourrait avoir une influence sur l'extension de la zone endommagée » (...). Un peu plus loin, « l'IRSN estime qu'un endommagement des parements et du front de taille, devrait apparaître au cours du creusement des ouvrages [...] plus particulièrement pour des galeries excavées dans l'unité C ».

Par ailleurs, des éléments de contraintes physico-chimiques sont cités page 61. S'il y est bien fait référence au « gonflement des smectites » en saturation... il n'est pas analysé, la rétraction évidente des dites smectites en désaturation (aération). Or il est bien dit que l'endommagement associé peut porter sur plusieurs décimètres.

L'ensemble de ces éléments connus depuis bien longtemps expliqueraient l'effondrement d'une galerie du laboratoire souterrain de Bure en janvier 2016 en dépit des explications maladroitement de l'Andra qui se contente d'invoquer des « contraintes de pressions latérales sur un croisement de galeries »... Qu'en serait-il dans un Cigéo qui comprendrait des dizaines d'intersections surtout si le site devait être adapté à des déchets figurant aujourd'hui à l'inventaire « des réserves » ?



Si non, quelles modifications introduire ?

Somme toute, nous sommes en présence avec le projet Cigéo d'un étrange choix qui semble plus déterminé par des facteurs politiques et sociaux que par des éléments techniques. N'est-ce pas ce qu'admettait Philippe Rouvillois dans un rapport publié en mai 1989 sur le bilan et les perspectives du secteur nucléaire en France ?

Les qualités géologiques de la roche et l'extrême complexité du projet présenté dans le dossier d'options de sûreté laissent penser que toute modification se fera aux dépens de la sûreté et de la radioprotection pour un coût sans commune mesure avec l'usage qui pourrait être fait d'une installation dont la robustesse ne convainc plus grand monde.

De fait la seule solution réaliste pour envisager des solutions effectivement réversibles serait de ramener en surface cette installation, mais de façon non centralisée. Ainsi, les installations concernées pourraient être adaptées au fil des années en y intégrant des innovations que l'on n'imagine pas aujourd'hui et permettre l'émergence d'alternatives techniquement et socialement acceptables. Cela relève de la plus élémentaire prudence et d'une certaine confiance dans l'avenir.

Cadre 2, rempli et retourné à la CPDP par mail pour le **jeudi 15 novembre** par les personnes ou organismes ayant des contre-arguments à présenter par référence au cadre 1.

Contre-Argumentation présentée par l'IRSN :

- Concernant l'avis ASN n°2018-AV-0300 qui n'aurait « manifestement [...] pas retenu l'ensemble du bilan établi par des experts publics » : l'IRSN considère que l'examen du DOS a atteint ses objectifs en permettant de mettre en lumière les études et justifications complémentaires qui seront nécessaires pour constituer une demande d'autorisation de création (DAC) ainsi que les points qui pourraient conduire à des modifications substantielles de concepts retenus à ce stade. La lettre de l'ASN adressée à l'Andra [1] fait état de ces éléments dans son contenu et au travers des demandes qu'elle formule et de la liste des engagements pris par l'Andra. Ces demandes et engagements sont tracés en annexe à la lettre de l'ASN. L'IRSN estime que les objectifs assignés à l'Andra à l'issue de cet examen en vue de la DAC sont atteignables ; il ne préjuge cependant pas du délai qui sera nécessaire pour les atteindre.

- Sur la base de la demande faite par l'IRSN à l'Andra de « *retenir, dans l'analyse de sûreté, certaines hypothèses et valeurs de paramètres conservatives plus conformes à l'état des connaissances, en particulier eu égard aux propriétés de transport des radionucléides dans la roche hôte* », FNE estime que « *d'aucuns doutent des capacités de confinement de la roche où sera aménagée l'installation* ».

La capacité de confinement de la formation géologique étudiée par l'Andra a fait l'objet de nombreux examens aux étapes successives de développement du projet Cigéo. Au terme des expertises qu'il a effectuées, l'IRSN considère les caractéristiques du site et de la roche retenus comme satisfaisantes. La demande évoquée par FNE porte sur les hypothèses relatives à ces caractéristiques retenues par l'Andra pour son analyse de sûreté. Elle a pour but de s'assurer du caractère « conservatif » (i.e. « majorant ») de cette analyse au stade de la DAC. L'IRSN estime en effet qu'une analyse de sûreté doit fournir une estimation « majorée » tenant compte de l'état des connaissances et des incertitudes ; elle ne vise pas une évaluation « précise » de l'impact à long-terme du projet.

- FNE évoque des « *faiblesses structurelles du projet* » qui auraient pu être détectées dès le dossier Argile 2005, parmi lesquelles une « *instabilité générale [de la roche] signalée page 58 du rapport de l'IRSN sur le dossier "argile 2005", DSU n°106* ». L'IRSN ne partage pas ce point de vue. La couche la plus argileuse de la roche, située dans le niveau médian de la formation du Callovo-Oxfordien choisie pour le projet Cigéo, s'endommage effectivement lorsqu'elle est excavée. Ce phénomène, fréquent et bien connu dans le domaine des travaux souterrains, constitue un élément important à prendre en compte dans la conception et le choix des méthodes de creusement et de soutènement des ouvrages. Une question spécifique au stockage géologique de déchets radioactifs tient au besoin de caractérisation et de maîtrise de ce phénomène pour garantir l'atteinte des objectifs en matière de radioprotection et de sûreté nucléaire. Cette question a été abordée par l'IRSN avant même l'arrivée du dossier 2005. En 2003, une conférence internationale réunissant 145 participants de 20 pays et à laquelle l'IRSN a été associé a, par exemple, permis de dresser un état des connaissances et des questions en suspens sur le sujet [2]. Les observations réalisées par l'Andra au Laboratoire souterrain de Bure ont ensuite montré que l'excavation des ouvrages avait peu d'effet sur les propriétés hydromécaniques de la roche en paroi lorsqu'elle était réalisée dans la partie haute de la formation hôte (Unité Silto-Carbonaté, USC, moins profonde et plus résistante) mais qu'un effet plus prononcé était en revanche observé pour les ouvrages réalisés dans l'Unité Argileuse (UA), plus profonde et moins résistante. Ainsi qu'indiqué plus haut ces phénomènes doivent être considérés dans l'évaluation de la sûreté du stockage mais ne constituent pas nécessairement des points de fragilité rédhibitoires. De fait, comme précisé dans le rapport DSU n°106 [3] émis par l'IRSN lors de l'examen du dossier 2005, ils ont été pris en compte dans les scénarios proposés par l'Andra, notamment le Scénario d'Évolution Altérée (SEA) « tous scellements défailants » qui permet d'évaluer les relâchements d'activité dans le cas où les ouvrages de scellement sont court-circuités du fait de l'endommagement de la roche. Les résultats de ces évaluations ne conduisent pas à une remise en cause du projet Cigéo (cf. [3], §7.3.2, pp160-162/248).
- L'IRSN s'interroge également sur le sens de l'argument selon lequel Cigéo ne serait « *pas adaptable car les roches impactées après creusement, ne sont pas reconstituables (EDZ). Or la relation forte qui devait exister entre roche et colis était la seconde barrière inconditionnelle de sûreté. Elle n'existe plus* ». Si cet argument concerne l'impact du creusement sur la roche et la problématique de l'EDZ, il convient de le pondérer en se référant aux éléments développés au point précédent (« *faiblesses structurelles du projet* »).
- L'IRSN s'interroge sur la remarque selon laquelle « *Contrairement à ce qui a été dit longtemps et notamment lors du premier débat public sur la gestion des déchets nucléaire, le Callovo-Oxfordien (Cox) n'est absolument pas homogène. Le dossier « argile 2005 » le donne à voir et précise que seuls les faciès « C » sont favorables* ». L'homogénéité de la roche hôte doit

s'entendre essentiellement au sens « latéral » (i.e. selon la direction horizontale), dans la mesure où le Callovo-Oxfordien est composé, verticalement, de différents faciès argileux dont les compositions et les propriétés sont proches. L'IRSN précise que l'épaisseur de la formation hôte est en moyenne sur la ZIRA de plus de 150 m, que la formation hôte se compose effectivement de différentes unités litho-stratigraphiques (cf. §4.5.4 p132/241 du T1 de [4]), que si l'Unité Silto-Carbonatée (USC, dénommé faciès A dans le dossier 2005 [3]) n'est pas la plus favorable pour accueillir les colis, elle l'est en revanche pour accueillir les scellements (car plus résistante et moins endommagée par l'excavation) et que les bases de conception du DOS permettent de tirer le meilleur profit des caractéristiques naturelles de ces différentes unités litho-stratigraphiques (cf. p134/241 du T1 de [4]).

Références :

- [1] Lettre CODEP-DRC-2018-1635, accessible sur <https://www.asn.fr/Informer/Actualites/Avis-de-l-ASN-sur-les-options-de-surete-de-Cigeo>
- [2] *Impact of the excavation disturbed or damaged zone (EDZ) on the performance of radioactive waste geological repositories*, EC Cluster Forum, Luxembourg, 3-5 nov.2003
<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/99a07bde-8a5d-49ff-9bb0-23c42949846d>
- [3] *Rapport DSU n°106 - Avis de l'IRSN sur le Dossier 2005 Argile*,
https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/surete/IRSN_rapport_2005_argile.pdf
- [4] *Rapport IRSN n°2017-00013 - Projet CIGEO – Examen du Dossier d'Options de Sécurité ; rapport en 3 tomes téléchargeables sur le site IRSN (Tome 1; Tome 2 ; Annexes)*

Cadre 3, rempli entre le 15 et le 20 novembre par l'auteur du cadre 1

Réponses de l'auteur du cadre 1 aux arguments développés dans le cadre 2