

## Comité Scientifique de l'ANCCLI

### **Analyse du Rapport final préparé par l'IEER pour le CLIS de Bure. "Examen critique du programme de recherche de l'ANDRA pour déterminer l'aptitude du site de Bure au confinement géologique des déchets à haute activité et à longue vie".**

**2012**

L'analyse que nous proposons du document de l'IEER (1) portant sur l'examen du programme de recherche de l'ANDRA qui a pour objet de déterminer l'aptitude du site de Bure au confinement géologique des déchets à haute activité et à longue vie, n'est pas faite de façon linéaire. En effet, nous n'avons pas repris chronologiquement les différents aspects des questions traitées, telles qu'elles sont exposées dans le rapport, mais plutôt en distinguant les grandes questions, d'ordre technique ou scientifique, soulevées et/ou abordées par les auteurs du rapport.

Il est à noter que cette analyse vient en complément d'un premier travail d'expertise du rapport de l'ANDRA mené en 2006 par le Comité Scientifique de l'ANCCLI avec l'appui d'experts extérieurs, ce qui va permettre la confrontation des remarques faites à l'époque (2) avec les principales remarques, recommandations et conclusions de l'IEER.

Tout d'abord, il est important de souligner que le document établi par l'IEER est une étude approfondie du rapport de l'ANDRA, réalisée par une équipe structurée choisie pour couvrir l'ensemble des compétences nécessaires à un tel travail.

Ensuite, « **pourquoi présentons-nous notre analyse de façon non linéaire ?** »

Il nous a paru plus simple de décomposer le problème en ses éléments essentiels, c'est à dire en ne traitant que ceux qui font débat, à savoir :

*Les données* : leur collecte et leur analyse ;

*La formation hôte* : ses grandes caractéristiques physiques et son comportement face aux intrusions humaines et leurs conséquences ;

*La formation hôte et ses encaissants* : domaine spatial objet de la modélisation ;

*La stabilité des propriétés de la couche hôte* : influence éventuelle de désordres de grande ampleur comme la sismicité ou les changements climatiques.

#### **1 - Les données**

L'IEER reconnaît que les données acquises (essentiellement au moyen de diagraphies enregistrées dans les forages du site de Bure) sont nombreuses et intéressantes.

Néanmoins, l'IEER estime, tout comme la Commission nationale d'information, qu'il serait judicieux de réaliser des forages déviés qui fourniraient des informations "inestimables" (sic) s'ils pouvaient traverser l'horizon du site de stockage et les formations sus et sous-jacentes. Un des avantages les plus importants qui serait retiré de ces forages serait d'obtenir des éléments d'information physique directs sur l'homogénéité et/ou l'hétérogénéité et la variabilité spatiale de la couche hôte et des formations encaissantes. Un autre avantage serait de mieux connaître les aspects structuraux verticaux et subverticaux, tout particulièrement les diaclases\* et les failles (même si la présence de ces dernières est peu probable). L'ANDRA aurait procédé à ce type de forage mais l'IEER n'a pas pu consulter les données obtenues.

Par contre, l'IEER considère que l'analyse qui a été faite par l'ANDRA des données qu'elle a acquises, notamment en ce qui concerne la conductivité hydraulique de la couche de Callovo-Oxfordien, pose problème à plusieurs niveaux. Le Comité Scientifique de l'ANCCLI, dans son rapport, avait également fait des réserves sur cette question épineuse du traitement des données et de leur homogénéisation. Nous y revenons ci-dessous.

## **2 - La formation hôte**

Ce sont certainement les propriétés physiques de la roche hôte, et son comportement face aux intrusions humaines, qui font l'objet des principales critiques.

C'est en particulier l'analyse des données portant sur la conductivité hydraulique de la roche hôte, et donc sur la capacité de cette dernière à la rétention des flux de contaminants, qui fait l'objet d'interprétations divergentes.

Pour faire simple, l'IEER considère que la couche de Callovo-Oxfordien présente des plans de stratification et est beaucoup plus inhomogène et anisotrope que ne le dit l'ANDRA, et que de plus, les flux ne sont pas uniquement diffusifs mais aussi convectifs. L'IEER reproche à l'ANDRA d'avoir fourni, dans son rapport, des planches de données difficiles pour ne pas dire impossibles à exploiter. Néanmoins, l'IEER affirme que l'incertitude concernant certaines propriétés physiques fait que la valeur de celles-ci peut varier d'un facteur 10 à un facteur 1000. Ceci est bien sûr à rapprocher des résultats du modèle de sûreté que l'IEER taxe d'optimistes. En conclusion, l'IEER considère que les données contredisent les principales affirmations de l'ANDRA.

On rappelle pour mémoire que le Comité Scientifique de l'ANCCLI avait souligné l'importance de cette question, dans la première analyse qu'il avait faite du rapport de l'ANDRA.

Un autre volet abordé par l'IEER concerne l'intégrité des alvéoles et ses conséquences sur les capacités de confinement du site. En effet, des constatations visuelles (attestées par des photographies) ont permis à l'IEER de prouver que le creusement des alvéoles provoque des déformations et l'apparition de fractures autour des alvéoles, c'est à dire dans la zone de décompression radiale. Ce qui infirme les hypothèses de l'ANDRA selon lesquelles les forages restent parfaitement circulaires dans une roche homogène et isotrope, et de plus sans prise en compte de l'influence de la stratification. L'IEER considère également que les simulations numériques portant sur l'évolution des revêtements en béton ainsi que des bouchons de scellement en béton des alvéoles, aboutissent à des périodes d'affaiblissement beaucoup trop longues, par rapport à ce qui peut être constaté dans des situations similaires. L'optimisme de l'ANDRA sur les performances des scellements est tempéré par l'IEER dont l'analyse montrerait que la perméabilité de la roche hôte pourrait augmenter d'un facteur 1.000 à un facteur 100.000 dans la zone de stockage, plutôt que de revenir pratiquement à son niveau initial.

Enfin, une question importante concerne les aspects thermiques, en liaison avec le stockage des déchets. En effet, d'une part aujourd'hui la nature et la quantité des déchets destinés à être stockés ne sont pas tranchées (par exemple, MOX oui ou non?) ; d'autre part l'influence réelle d'une forte élévation de température à l'interface argile/colis, sur les caractéristiques physiques de la roche hôte, est mal évaluée. Compte tenu des difficultés et des incertitudes liées à la modélisation, l'IEER suggère de réaliser une étude grandeur nature

avec un suivi expérimental sur “*de longues années*” (sic), aussi bien du comportement de la roche, que de la performance des scellements.

### **3 - La formation hôte et ses encaissants**

La modélisation du comportement mécanique des roches encaissantes étant essentielle dans le cas d'un programme d'étude du confinement de matériaux radioactifs, sur le long terme, en couche géologique profonde, l'IEER recommande que l'ANDRA envisage de tester et de modéliser plus explicitement les propriétés et le comportement des discontinuités. Ces discontinuités se situent aux interfaces des plans de stratification et des diaclases dans la roche hôte, mais aussi aux interfaces avec les encaissants calcaires. “*Il est bien connu et largement admis que les discontinuités ont souvent une influence dominante sur le comportement de la masse rocheuse*” (sic). Il est clair que l'intégration de leurs effets dans le comportement d'ensemble moyen du milieu rocheux, comme l'a fait l'ANDRA, est une simplification inacceptable pour une structure aussi critique qu'un site de stockage.

Dans le cadre de son modèle conceptuel destiné à évaluer le transport potentiel des radionucléides du site de stockage à la biosphère, l'ANDRA fait l'hypothèse d'un transport par diffusion (et non pas par convection), à travers les roches argileuses du Callovo-Oxfordien. Ceci est bien sûr en accord avec l'analyse des données par l'ANDRA qui a été évoquée au paragraphe 2. Puis, quand les solutés atteignent les interfaces entre le Callovo-Oxfordien et les formations encaissantes, le transport des eaux souterraines est considéré de type convectif et essentiellement parallèle à la stratification des formations calcaires.

L'IEER revient ici sur l'hypothèse du transport uniquement diffusif, au niveau de la roche hôte, qu'il attribue à une analyse insuffisante des données. L'IEER reproche à l'ANDRA de ne pas avoir fait une analyse probabiliste de sûreté tenant compte de la variabilité des propriétés de l'argilite. La conséquence d'une sous estimation du transport convectif aurait pour conséquence une incertitude sur l'estimation de l'activité totale exportée à l'extérieur du site de confinement, qui pourrait varier de cinq ordres de grandeur (soit d'un facteur 100.000).

Ces remarques de l'IEER corroborent celles du Comité Scientifique de l'ANCCLI. Nous avons souligné, notamment, l'importance que pourrait avoir la non prise en compte des forts gradients hydrauliques observés dans la formation hôte par rapport à ses encaissants.

### **4 - La stabilité des propriétés de la couche hôte**

Les questions qui sont abordées ici, en dehors de leur grande importance sur les capacités de confinement sur le long terme du site de Bure, restent pour l'instant relativement secondaires, compte tenu de ce qui vient d'être dit et qui fait le fond du débat scientifique engagé aujourd'hui.

L'IEER insiste sur la nécessité d'étudier avec beaucoup de sérieux l'évolution temporelle des caractéristiques physiques du site soumis à des risques sismiques et donc à de possibles déformations, déformations faibles mais dont on doit tenir compte, ainsi que des changements climatiques, annoncés et déjà observés.

Concernant les risques sismiques, l'ANDRA estime, après analyse de tous les documents à sa disposition, notamment des catalogues des séismes, que l'aléa sismique local est faible. L'IEER indique ne pas avoir trouvé, dans les documents de l'ANDRA, une analyse comparative indiquant de quelle façon la secousse maximale a été déterminée ; de plus il déplore l'absence d'analyse des séismes historiques. L'IEER suggère, en outre, que l'ANDRA fasse une étude probabiliste des données qu'elle a l'intention d'utiliser pour la conception des installations de surface car, le traitement des failles autour du site présente de "*graves lacunes*" (sic).

Concernant les changements climatiques, un premier point concerne l'apparition et le retrait des glaciers. L'utilisation des paléo-données devrait permettre d'évaluer le rôle de ces phénomènes dans la réactivation des failles ou dans leur suppression pendant suffisamment longtemps. L'IEER fait néanmoins remarquer que le passé ne constitue pas un modèle suffisant pour l'avenir du fait de deux facteurs essentiels particulièrement importants pour les sites d'enfouissement : l'intrusion humaine, à l'échelle locale, et les changements anthropiques, à grande échelle, modifiant l'environnement. En particulier, un développement actif du karst dans les calcaires du Dogger et de l'Oxfordien est à envisager, à la fois pour des états climatiques tempérés (état actuel) et les états boréaux (état futur du climat en Meuse/Haute-marne). L'IEER recommande que les scénarios potentiels d'évolution de l'hydrologie du site comprennent un examen approfondi de l'éventuel développement du karst dans différents scénarios de changements climatiques, notamment d'un réchauffement induit par les activités humaines.

**La principale conclusion** de l'évaluation **de l'IEER** est que la poursuite de la recherche ne doit pas préjuger de la faisabilité de la construction d'un centre de stockage géologique à Bure, parce qu'un tel jugement est très prématuré. Autrement dit, l'ANDRA doit encore effectuer une *quantité considérable de travaux de recherche* (sic) essentiels, notamment sur la roche hôte. L'IEER prédit enfin que le programme détaillé de recherche à mettre en oeuvre dans le laboratoire souterrain de Bure prendra un *temps considérable* (sic).

## **Références.**

(1) "Examen critique du programme de recherche de l'ANDRA pour déterminer l'aptitude du site de Bure au confinement géologique des déchets à haute activité et à longue vie". Rapport final préparé par l'IEER pour le CLIS de Bure. 11 janvier 2005.

(2) Rapport réalisé par le Comité scientifique de l'ANCLI à la demande du CLIS de Bure, relatif à une relecture des diagraphies réalisées par l'ANDRA à partir des forages localisés autour de Bure en vue de vérifier la caractérisation de la roche et de ses propriétés. 29 septembre 2006.

\* Une **diacalse** n'est pas une faille. Dans le cas d'une diacalse, la roche se fend en deux, sans déplacement de l'une ou l'autre partie, perpendiculairement au sens de stratification. Une faille est une fracture montrant un mouvement relatif des deux blocs séparés par la faille.

