

## **DES AVIS CRITIQUES SUR UN MAUVAIS PROJET, INACCEPTABLE DANS SON PRINCIPE ET DONT LE CHANTIER COMPORTE LUI MEME DES RISQUES MAJEURS A COURT ET MOYEN TERME.**

**Benjamin Dessus et Bernard Laponche - Septembre 2017**

### **INTRODUCTION**

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a mis en consultation publique un projet d'avis relatif au dossier d'options de sûreté (DOS) présenté par l'Andra pour le projet Cigéo de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde.

Cet avis tient compte en grande partie de la revue internationale, sollicitée par l'ASN, sur le « Dossier d'options de sûreté » présenté par l'Andra par des pairs régulateurs de différentes nationalités, organisée par l'AIEA,

Cette revue a été effectuée dans le cadre restreint du projet Cigéo : ni le choix de l'enfouissement des déchets en grande profondeur dans la croûte terrestre, ni le choix de l'argile comme couche géologique, ni évidemment la question de la production même de ces déchets n'ont fait l'objet de discussion. Le titre même de « Revue par les pairs régulateurs » (ERI : Equipe de revue internationale) montre que « l'on reste entre soi », mais dans un cadre international, ce qui est intéressant.

Dans une première partie de ce commentaire, nous présentons les éléments essentiels du rapport de la revue par les pairs. Dans une deuxième partie, nous examinons deux questions particulières sur lesquelles il y a eu à notre avis un détournement de la volonté nationale exprimée par la loi ainsi que de l'expression des citoyens. Une troisième partie nous permettra de présenter une proposition alternative sur la gestion des déchets, en amont des questions de stockage. Enfin, dans une quatrième partie, après avoir parcouru rapidement l'enchaînement discutable des décisions prises, nous porterons un jugement sur le projet Cigéo et sur le principe de l'enfouissement en profondeur des déchets radioactifs.

### **1. LE JUGEMENT PAR LES PAIRS**

Le travail de l'ERI se traduit par une série d'observations, de suggestions et de recommandations. Nous en présentons les éléments les plus significatifs classés suivant les thèmes concernés

#### **1.1 Recherches en cours à poursuivre et recherches nouvelles à entreprendre**

##### ***1.1.1 Dès le résumé du rapport, l'ERI (Equipe de revue internationale) donne le ton :***

*« Constatant que dans de nombreux domaines, la recherche est toujours en cours pour la démonstration ou la confirmation de la sûreté, l'ERI a identifié quelques domaines supplémentaires qu'il serait utile d'approfondir, afin de renforcer la confiance existante dans la démonstration de sûreté ».*

Ainsi, des recherches sont toujours en cours et il faudra en faire d'autres : on aimerait déjà le calendrier de ces recherches en cours puisqu'il n'est pas question d'avancer dans la réalisation du projet avant de connaître le résultat de ces recherches.

L'ERI n'a pas manqué de souligner cette difficulté :

*« Le calendrier pour la préparation de la demande d'autorisation de création de Cigéo pour 2018 est ambitieux...L'ERI encourage, par conséquent, l'ASN, l'IRSN et l'Andra à se fonder sur la revue du dossier pour préciser les attentes relatives à la demande d'autorisation. Cette étape est d'une importance toute particulière en raison du caractère unique du projet Cigéo ».*

---

Cela est dit très aimablement et signifie en langage clair que l'objectif 2018 est totalement irréaliste.

### **1.1.2 Extraits de l'observation n°5 :**

« L'ERI conclue qu'une **confiance raisonnable** peut être accordée à la robustesse du concept de stockage ».

Voilà une formulation bien peu scientifique : qu'est-ce donc qu'une confiance raisonnable ?

### **Est-ce que l'on peut lancer un tel projet au vu d'une appréciation aussi imprécise ?**

« L'ERI a identifié quelques secteurs qui permettraient de renforcer la base de connaissances existante de l'Andra (sans ordre de priorité) : production et transport de gaz ; description du vieillissement des composants de l'installation de stockage au cours de la période d'exploitation, en particulier ceux des alvéoles de stockage ; incertitudes liées au temps de restauration des alvéoles de stockage et effet sur la dégradation des colis de déchets ; rôle des microbes et potentielle formation de biofilms au cours de la période d'exploitation ; conséquences de défaillances non détectées ».

Travail nécessaire mais considérable et certainement long.

## **1.2 Les scénarios pour la démonstration de sûreté**

**Sur les questions concernant la sûreté du projet Cigéo, nous conseillons de consulter les travaux de Bertrand Thuillier ainsi que le commentaire qu'il a adressé sur l'avis de l'ASN objet de cette consultation.**

### **1.2.1 Ecoulement de l'eau dans la roche**

#### **Extrait de l'observation n° 12 :**

« Bien que l'Andra ait argumenté, d'après leur étude étendue du site, que la probabilité d'apparition de discontinuités participant à l'écoulement de l'eau (fractures par exemple) dans la ZIRA (Zone d'intérêt pour la reconnaissance approfondie) est négligeable, l'ERI suggère à l'Andra de prendre en compte la fracturation de la roche du Cox (abréviation de « Callovo-Oxfordien » (qualification précise de l'argilite de la couche géologique prévue pour l'enfouissement des déchets) dans le cadre des scénarios hypothétiques ».

et,

« Le calcul de la portée des caractéristiques spatiales et hydrauliques de discontinuités favorisant l'écoulement permettrait à l'Andra d'illustrer : le niveau élevé de la roche du Cox contribuant de manière significative à la robustesse générale du système de stockage en phase après fermeture ; l'impact de ces discontinuités dans la roche du Cox de la ZIRA sur la sûreté, permettant ainsi d'évaluer la robustesse du concept ».

#### **Extrait de la recommandation n°4 :**

« L'Andra doit considérer des mécanismes d'écoulement des eaux au sein du Cox dans le cadre de calculs de simulation hypothétiques pour renforcer la démonstration de la robustesse du système de stockage, en particulier les performances de la roche du Cox en matière de sûreté ».

Cette question est fondamentale : le caractère « négligeable » avancé par l'Andra n'est pas accepté par les pairs. Il est indispensable que ces études soient réalisées.

### **1.2.2 Défaut de conteneur de déchets HA**

A la suite de l'Observation n° 13,

#### **Recommandation n° 5**

« L'Andra doit justifier les raisons qui font qu'il n'est pas nécessaire d'inclure, dans le scénario d'évolution normale, un conteneur HA initialement défectueux ou un conteneur HA prématurément défaillant ».

A la suite de l'observation n°14,

**Recommandation n°6**

« L'Andra doit 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 la recherche de cette activité ».

Ici encore, l'ERI ne fait manifestement pas confiance aux affirmations péremptoires de l'Andra.

**1.2.3 Scénarios d'intrusion humaine**

**Extrait de l'observation n°15 :**

« Il est reconnu à l'échelle internationale qu'il n'existe aucune base scientifique fiable permettant de prédire le processus ou la probabilité d'une intrusion humaine accidentelle ».

**Recommandation n°7**

« Conformément aux pratiques internationales, L'Andra doit traiter les scénarios d'intrusion humaine séparément des autres types de scénarios, en excluant tout jugement de probabilité d'occurrence ».

**1.2.4 Sûreté en exploitation**

**Suggestion n° 4**

« L'Andra doit considérer l'utilisation d'un système de filtration pour l'air évacué des installations souterraines, en tant que mesure de défense en profondeur pour la limitation de rejets radioactifs en cas d'incident ou accident ».

Cette mesure est indispensable pour la protection des travailleurs du site et la population environnante.

**Suggestion n°5**

« L'Andra devrait évaluer la robustesse de sa conception pour l'évacuation de grandes quantités d'eau depuis les portions de puits et rampes traversant l'aquifère supérieur combinée à une coupure de l'alimentation électrique des pompes en raison d'un phénomène extrême ».

**1.3 Qu'en déduire ?**

Nous avons présenté ici les points marquants de la revue par les pairs car celle-ci constitue une initiative originale qui élargit le cercle habituel du système français. Pour se faire une opinion plus complète, il faut évidemment prendre en compte tous les éléments de l'avis de l'ASN lui-même, mais aussi ceux du rapport de l'IRSN « Projet de stockage Cigéo – Examen du Dossier d'options de sûreté » (Rapport IRSN n° 2017-00013) dont nous citons ici la fin du résumé.

Après avoir présenté un jugement globalement favorable sur le dossier présenté par l'Andra, l'IRSN écrit :

« Néanmoins, l'IRSN a identifié quatre points majeurs qui **pourraient entraîner des modifications substantielles de la conception du stockage** :

- la maîtrise des risques liés à l'incendie dans une alvéole de stockage de colis d'enrobés bitumineux,
  - la prise en compte de certaines situations accidentelles pour l'exploitation de l'installation souterraine,
  - la faisabilité de la surveillance de paramètres clés de la sûreté de Cigéo,
  - l'optimisation du point de vue de la sûreté de l'architecture du stockage ».
-

L'ensemble des faiblesses, des lacunes et des obstacles mis en évidence tant par l'ERI que l'IRSN et l'ASN, plaide pour une remise en cause profonde du projet Cigéo proposé par l'Andra.

Les difficultés considérables qui sont ainsi mises en évidence doivent conduire les pouvoirs publics à s'interroger sur la poursuite d'une stratégie qui pourrait de fait conduire à une impasse, sans parler des coûts considérables qui lui seraient associés.

## **2. DEUX SUPERCHERIES : PHASE INDUSTRIELLE PILOTE ET REVERSIBILITE**

### **2.1 La phase industrielle pilote**

#### **2.2.1 L'ERI approuve mais s'interroge**

Dès le début de son rapport, l'ERI aborde le sujet de la « phase industrielle pilote » prévue dans le projet Cigéo :

##### **Observation n°1 de l'ERI :**

*« La décision d'introduire une phase industrielle pilote dans le projet et la préparation d'un Dossier d'options de sûreté est appréciable. Elle confirme que l'Andra a tenu compte de la consultation publique réalisée et c'est un bon exemple de la prise en compte des attentes et propositions du public dans le cadre du programme de développement de Cigéo ».*

Mais, tout en approuvant la proposition d'une phase industrielle pilote, l'ERI ne manque pas de s'interroger sur la qualité du dossier de l'Andra sur cette question. Ce qui n'est pas étonnant puisque cet « appendice » ajouté au dossier pour faire semblant de répondre à la demande du public n'a certainement pas fait l'objet d'un travail approfondi qui en aurait démontré l'incohérence..

##### **A la suite de l'observation n°7,**

##### **Suggestion n°3 :**

*« L'Andra dit indiquer plus en détails la manière dont les nouvelles informations (fournies par la phase pilote) seront employées lors du passage d'une étape à la suivante, dans le cadre du développement incrémental du projet Cigéo (mentionné dans le PDE, plan directeur d'exploitation), et décrire le lien existant entre les différentes étapes du processus de développement de Cigéo, le processus réglementaire d'autorisation et les étapes-clés du plan de R&D de l'Andra ».*

##### **Extrait de l'observation n° 8**

*« Le concept d'une phase industrielle pilote bien identifiée en vue de la confirmation de différents aspects de l'exploitation et de la technologie de l'installation de stockage est louable, bien que sa portée exacte reste à déterminer ».*

#### **2.2.2 Les pairs ont été trompés**

Les pairs ont été trompés. Ce qui est présenté comme un bel exemple de consultation citoyenne repose sur un double mensonge : d'une part sur la qualité de cette consultation sur laquelle nous reviendrons au chapitre 4, d'autre part sur cette question particulière.

Ce qui est sorti des débats et en particulier de la conférence de citoyens qui en a fait partie, ce n'est pas une phase industrielle pilote, première étape d'un projet global déjà autorisé, mais la réalisation d'un pilote industriel indépendant, réplique à échelle réduite du projet Cigéo (une galerie et quelques alvéoles par exemple) qui permette de tester dans des conditions réelles, y compris avec chargement de déchets radioactifs, non seulement toutes les opérations prévues dans le projet mais aussi les réponses à des situations incidentelles ou accidentelles et surtout l'évolution du système de stockage

sur une durée suffisante, de l'ordre de cinquante à cent ans. Solution qui, au cours des débats, avait d'ailleurs reçu le soutien de certains responsables techniques de la sûreté nucléaire.

En effet, comment peut-on admettre que l'on décide de construire le projet colossal de Cigéo, qui devrait contenir les déchets HA-VL et MA-VL résultant de tout le programme nucléaire français depuis son origine, projet absolument unique au monde (les autres projets du même type sont en couche granitique) sans avoir réalisé un projet pilote indépendant.

C'est à peu près comme si l'on avait construit Superphénix d'un seul coup. Ce projet n'a été réalisé sur la base des pilotes Rapsodie et Phénix de puissance bien moindre et, malgré cela, il a rencontré de nombreuses difficultés...

Aucun ingénieur ne peut considérer comme raisonnable ce saut dans l'inconnu que représente l'enchaînement, sans aucun recul sérieux, d'une phase pilote et de la suite du projet.

Dans le cadre de la poursuite d'un projet d'enfouissement, la décision de poursuivre dans la voie actuellement proposée ne devrait être prise qu'après la réalisation de ce pilote industriel et sa durée de fonctionnement entre un demi siècle et un siècle afin de tester en particulier les vieillissements et les déformations de l'installation.

Une telle décision relèverait de la sagesse élémentaire et ne poserait pas de problème particulier vis-à-vis de la gestion des déchets puisque, de toute façon, la surveillance des stockages des déchets dits de faible activité actuellement en fonction devra être maintenue sur des périodes allant de 300 à 800 ans.

Les ambiguïtés notées par l'ERI seraient ainsi levées car ce n'est qu'en fonction des résultats obtenus sur le pilote industriel sur une période suffisamment longue que la décision de construire ou non un stockage définitif serait prise.

## **2.2 La réversibilité du stockage**

Sans parler encore de réversibilité, la loi sur les déchets radioactifs du 30 septembre 1991 nous dit :

### **Article 1er :**

*« La gestion des déchets radioactifs à haute activité et à vie longue, doit être assurée dans le respect de la protection de la nature, de l'environnement et de la santé, en prenant **en considération les droits des générations futures** ».*

Cette prise en considération se traduit dans la loi du 28 juin 2006 :

### **Article 5 :**

*« Le stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs est le stockage de ces substances dans une installation souterraine spécialement aménagée à cet effet, **dans le respect du principe de réversibilité** ».*

C'est là qu'intervient la loi du 25 juillet 2015 :

### **Extrait de l'article 1 :**

II.-L'article L. 542-10-1 du code de l'environnement est ainsi modifié :

*1° Après le premier alinéa, sont insérés cinq alinéas ainsi rédigés :*

*« La réversibilité est la capacité, pour les générations successives, soit de poursuivre la construction puis l'exploitation des tranches successives d'un stockage, soit de réévaluer les choix définis antérieurement et de faire évoluer les solutions de gestion.*

---

*« La réversibilité est mise en œuvre par la progressivité de la construction, l'adaptabilité de la conception et la flexibilité d'exploitation d'un stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs permettant d'intégrer le progrès technologique et de s'adapter aux évolutions possibles de l'inventaire des déchets consécutives notamment à une évolution de la politique énergétique. Elle inclut la possibilité de récupérer des colis de déchets déjà stockés selon des modalités et pendant une durée cohérentes avec la stratégie d'exploitation et de fermeture du stockage.*

*« Le caractère réversible d'un stockage en couche géologique profonde doit être assuré dans le respect de la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1. Des revues de la mise en œuvre du principe de réversibilité dans un stockage en couche géologique profonde sont organisées au moins tous les cinq ans, en cohérence avec les réexamens périodiques prévus à l'article L. 593-18.*

*« Afin de garantir la participation des citoyens tout au long de la vie d'une installation de stockage en couche géologique profonde, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs élabore et met à jour, tous les cinq ans, en concertation avec l'ensemble des parties prenantes et le public, un plan directeur de l'exploitation de celle-ci.*

*« L'exploitation du centre débute par une phase industrielle pilote permettant de conforter le caractère réversible et la démonstration de sûreté de l'installation, notamment par un programme d'essais in situ. Tous les colis de déchets doivent rester aisément récupérables durant cette phase. La phase industrielle pilote comprend des essais de récupération de colis de déchets. »*

Le tour est joué : la réversibilité est limitée à la période d'exploitation (ce qui représente un petit nombre de générations futures) et on apprend en plus que la récupérabilité, qui est dans les faits l'application de la réversibilité, ne serait imposée que dans la phase industrielle pilote.

La logique du projet Cigeo est complètement tournée vers le très long terme, avec la volonté de répondre à une question unique : comment assurer la stabilité du stockage des « déchets ultimes » sur des durées géologiques. La solution choisie repose sur le double concept de « barrière naturelle » qu'apporterait à très long terme les couches géologiques (à condition d'être judicieusement choisies) à la migration éventuelle des particules radioactives mais aussi d'irréversibilité.

En effet le but revendiqué de l'opération est de pouvoir « oublier » ces déchets en rendant impossible leur accès à l'homme pendant des dizaines de générations. Dans cette perspective, les questions de court et moyen terme (<100 ans) n'ont jamais été considérées que comme accessoires dans le projet.

En réalité, l'option d'irréversibilité a existé dès le choix de l'enfouissement en couche d'argile puisqu'il serait impossible de « revenir en arrière » ou de changer de stratégie de gestion des déchets une fois la fermeture de l'installation effectuée. Mais cette option d'irréversibilité en fin de chantier, qui est cohérente sinon souhaitable avec la notion de stockage « définitif » ne devrait en aucun cas concerner la longue phase de chantier de plus de 100 ans qui précéderait la fermeture et « l'oubli » du site. Tout au long de cette période, la réversibilité est essentielle pour pallier les aléas d'un chantier comprenant de nombreux risques et permettre de récupérer les déchets défectueux dans des délais compatibles avec la sûreté du site et des populations environnantes. Les promoteurs du projet eux-mêmes admettent (et cela a été souligné en particulier par la revue de l'ERI) que l'on ne peut exclure la présence d'un « colis » défaillant et la nécessité de la récupérer, ou bien la nécessité d'intervenir sur un accident, même banal, pendant la durée du chargement des déchets. En réduisant l'hypothèse de récupération des déchets à la seule phase pilote qui ne va durer que quelques années le projet dénature le sens de l'objectif réversibilité qui s'était dégagé au cours de la conférence de citoyens. En cas de difficulté dans le chantier la réversibilité devrait être compatible avec le traitement de l'accident. Ce n'est évidemment pas le cas si un incendie se déclençait au fond d'une galerie

---

comportant une série de colis et qu'il faut des mois pour le sortir. Or aucun élément temporel sur le rythme de réversibilité en situation normale (on change d'avis) ou accidentelle n'est indiqué par l'Andra.

La démonstration de sûreté ne peut pas faire l'économie d'une étude précise des conditions temporelles de l'exercice de la réversibilité et de sa compatibilité avec le traitement d'un accident éventuel au cours du chantier.

### **3. REVISITER LA STRATEGIE DE GESTION DES MATIERES ET DECHETS RADIOACTIFS**

Le projet Cigéo de stockage géologique est supposé résoudre la question d'un stockage multimillénaire des « **déchets ultimes** » du nucléaire, définis comme ceux qui ne sont pas physiquement recyclables dans l'état actuel des sciences et des techniques et qui présentent une forte ou très forte radioactivité HAVL et MAVL (loi du 28 juin 2006) pour des durées très longues, supérieures à des centaines d'années.

Les déchets HAVL sont constitués des produits de fission et des actinides mineurs contenus dans le combustible utilisé des centrales nucléaires préalablement séparés de l'uranium et du plutonium contenus dans ce même combustible. Ces déchets ultimes représentent, en masse, moins de 5% de l'ensemble des matières nucléaires dangereuses à long terme qu'engendre l'activité nucléaire civile. Ils sont conditionnés après vitrification dans des colis en inox et doivent être entreposés 50 à 60 ans pour refroidissement avant leur enfouissement.

Les 95% de matières dangereuses non concernées par cette définition sont supposées bénéficier d'un recyclage (sous des formes diverses mais non encore déterminées) et sont donc exclues du projet. Quant aux déchets ultimes éventuels de ce recyclage éventuel, ils ne sont ni définis ni comptabilisés et par conséquent exclus du projet Cigeo.

Les déchets MAVL sont d'origines plus diverses (résidus divers des usines du combustible ou du retraitement, coques des combustibles, etc.) et sont conditionnés sous des formes diverses: vitrification, cimentation, bitumage. Moins radioactifs donc moins chauds, ils pourraient commencer à être stockés dès l'ouverture du site de stockage.

Le projet Cigeo repose donc sur l'hypothèse implicite d'une pérennité de cette distinction entre « matières valorisables » et « déchets ultimes » pendant les 130 ou 150 ans que va durer le projet. La distinction actuelle repose en effet sur des bases qui n'ont rien à voir avec la question de la sûreté du devenir à long terme des différents composants de l'uranium irradié issu des centrales actuelles. C'est le besoin de plutonium à des fins militaires d'abord puis pour l'alimentation de la filière des surgénérateurs (sans objet depuis l'arrêt définitif de Superphénix en 1998) et enfin pour la fabrication de MOX qui ont conduit à cette définition. L'industrie militaire et civile nucléaire n'étant intéressée que par le plutonium a regroupé des composants d'activité radiologique, d'activité chimique et de durée de vie extrêmement diverses dans un seul paquet dit déchet ultime. Cette distinction est inopérante du point de vue de la sûreté du devenir de ces différents composants pour deux raisons principales :

- La classification du plutonium en matière valorisable est évidemment contingente puisqu'elle dépend principalement des politiques énergétiques nationales et de l'évolution des filières. On peut le constater dès aujourd'hui puisque une part croissante du plutonium de retraitement ne
-

trouve pas d'usage malgré l'usage du MOX dans un certain nombre de réacteurs.

- Le terme actuel de « déchets ultimes » recouvre une très grande diversité de matières dont les caractéristiques radiologiques chimiques et de durée de vie étant très différentes posent des questions de sûreté également très diverses.

Il est manifeste que la prise en compte de critères de sûreté pour la gestion et l'éventuel stockage pérenne ou définitif des différentes matières composant l'UOX ou le MOX irradié conduirait à un classement différent du classement actuel et à une diversification des solutions d'entreposage ou de stockage.

Donnons en un exemple : les déchets HAVL actuels sont composés de produits de fission dont la durée de vie n'excède pas quelques centaines d'années et d'actinides mineurs de durée de vie parfois très supérieures. D'autre part, les différents produits ont des comportements de migration très différents en présence d'eau. On voit bien à travers cet exemple que le rassemblement sous un seul terme de ces matières ne peut pas conduire à une gestion optimale en termes de sûreté.

Le projet Cigeo, centré sur le stockage d'un type précis de déchets HAVL dits « ultimes » aujourd'hui et pendant les 100 ans qui viennent, a toutes chances d'être totalement inadapté au stockage de matières nucléaires dangereuses qui vont se révéler comme des déchets au cours du 21<sup>ème</sup> siècle, dont la composition et les caractéristiques ne sont pas connues et qui pourraient représenter jusqu'à 20 fois les déchets considérés comme « ultimes » aujourd'hui.

C'est une des raisons pour lesquelles le débat public de 2013 avait mis l'accent sur la nécessité d'un programme de recherche sur ces questions et sur les autres solutions que le stockage à grande profondeur tout au long d'une période pilote qui devait durer plusieurs dizaines d'années. Ce n'est manifestement plus le cas dans le projet actuel avec une phase pilote réduite au minimum et sans programme de recherche sur les alternatives citées plus haut.

**Outre ses propres problèmes de sûreté, le projet Cigéo introduit donc des problèmes de sûreté par omission.**

#### **4. LE STOCKAGE DE DECHETS RADIOACTIFS EN PROFONDEUR DANS LA CROUTE TERRESTRE EST-IL ACCEPTABLE ?**

La thèse selon laquelle on dispense ainsi les générations futures de se soucier des déchets radioactifs, parce que, d'une certaine façon, on va les faire « disparaître », est d'une grande hypocrisie : en les enfouissant de manière totalement irréversible dans la croûte terrestre sans aucun espoir de modification de stratégie, on impose en fait aux générations futures une pollution du sous-sol qu'elles ne pourront que découvrir et en pâtir très probablement, sans pratiquement aucun moyen d'agir.

Il est aventureux de prétendre « imaginer l'inimaginable » (au dire de la directrice de l'Andra) quand il s'agit de « garantir » un stockage sans encombre pendant plus de cent mille ans. Certes, les expériences réalisées sur les couches géologiques devraient permettre de calibrer des modèles complexes, mais nul ne peut s'engager sur des événements géologiques inattendus, et aujourd'hui probablement unimaginables.

Plus concrètement, le risque d'infiltration d'eau dans des couches géologiques est probablement le principal risque « technique » à long terme, sans doute inévitable : au bout de combien de temps des eaux chargées d'éléments radioactifs pourraient remonter à la surface ? Et cela quelle que soit la



nature de la couche géologique concernée, l'argile étant toutefois plus favorable que le granite selon ce critère.

Le second inconvénient est la perte de mémoire de ce stockage souterrain. Certes, ce problème est étudié et les idées ne manquent pas. Selon les uns, l'objectif de l'enfouissement des déchets étant de les « faire disparaître », la meilleure solution serait de ne rien signaler aux générations futures et de confier à la géologie le soin de maintenir ces déchets bien calfeutrés et ignorés. Pour les autres, il faut au contraire faire le maximum pour signaler, sur longue période, la présence de ce lieu souterrain de risque majeur. Mais on parle de siècles et de millénaires ; que sera cette région à très long terme ? Et, quelles que soient les précautions prises, information ou non, suffisamment de bouleversements de toute nature peuvent provenir pour que la seule mémoire reste sans doute « qu'il y a quelque chose au fond qui pourrait bien être précieux » et qu'il faudrait aller le chercher.

Ce qui paraît à court et moyen terme le plus grave est que si la France, « championne du nucléaire », adoptait cette solution d'enfouissement en profondeur, il n'est pas difficile d'imaginer que de nombreux Etats et entreprises s'empresseraient de « faire comme la France ». Ce modèle idéal serait internationalement adopté pour faire disparaître non seulement des déchets radioactifs mais aussi toutes sortes de déchets toxiques, dans des conditions invérifiables dans la pratique. Et l'on se trouverait en moins d'un siècle avec une croûte terrestre parsemée de trous soigneusement rebouchés, contenant des déchets extrêmement dangereux.

Après la pollution de l'atmosphère et des océans, si difficile à endiguer et à réduire, l'homme s'attaque sérieusement au sous-sol. Sous-sol riche en matières premières, en ressources énergétiques et surtout lieu de circulation et de stockage de l'eau, indispensable à la vie sur la Terre.

De la même façon que des conventions internationales (convention climat, protocole de Montréal, convention OSPAR) tentent d'améliorer la situation de l'air et de l'eau, il n'est pas interdit de penser que les générations qui nous suivent seront moins destructrices que les nôtres et qu'une convention internationale verra bientôt le jour, interdisant le stockage en profondeur de tout déchet toxique ou radioactif.

Enfin, une fois refermé, le stockage en profondeur serait un choix imposé aux générations futures, car irréversible dans la pratique. Le choix de faire ou ne pas faire un stockage profond est loin d'être seulement scientifique et technique : c'est un choix éthique, politique et citoyen.

## **5. QUELLES SOLUTIONS PRECONISER**

Trois pistes sont recommandées : la poursuite des recherches afin de réduire, en quantité et dans le temps, la nocivité des déchets radioactifs, la sécurisation des entreposages et stockages actuels, l'entreposage pérenne en sub-surface.

La séparation-transmutation, une des trois voies de recherche de la loi de 1991, ne permettra pas de « régler » la question des déchets. Pour transmuter, il faut « sur-irradier » les déchets avec des neutrons. Et l'énergie de ces neutrons dépend des éléments contenus dans les déchets. Il faudrait donc séparer complètement tous les déchets (techniquement à peu près impossible, financièrement très élevé), et en outre, cela ne « supprime » pas les déchets. Cela diminue simplement la durée de vie d'une partie des déchets (de 10 000 ans à quelques centaines d'années). La transmutation est encore étudiée par le CEA, mais cela ne concerne qu'une infime partie des déchets. Et le débat de 2006 a conclu que ce ne pouvait pas devenir une solution industrielle pour les dizaines de milliers de tonnes de déchets existants. Mais le fait que cette voie de recherche paraisse décevante n'est pas une justification pour ne pas poursuivre les efforts de réduction de la nocivité des déchets radioactifs. La poursuite de ce domaine de la recherche doit être une priorité.

---

Le stockage en surface (considéré comme « définitif ») existe déjà pour des déchets de faible activité (centres de stockage ANDRA de Soulaire, Morvilliers, la Manche) et n'est pas sans poser des problèmes : il devrait être « contrôlé » pendant au moins 300 ans, voire 800 car il contient parfois du plutonium. L'entreposage en surface (stockage temporaire) existe également pour les déchets de haute activité que sont les combustibles irradiés ou « usés » à la sortie du réacteur : ils sont tellement chauds et radioactifs qu'il faut les stocker pendant six mois au moins et souvent plus (au moins deux ans et demi pour les combustibles MOX) dans des « piscines », vastes bassins situés auprès des réacteurs et dans lesquels ils sont refroidis en permanence. Ces combustibles sont ensuite transportés à La Hague, également entreposés dans une piscine qui est actuellement la plus grande concentration au monde de déchets radioactifs (l'équivalent du chargement de cent réacteurs nucléaires). Ces piscines, auprès des réacteurs ou à La Hague, ne sont pas sécurisées vis-à-vis d'agressions extérieures graves (naturelles, terroristes ou militaires). La première urgence, comme cela a été souligné par l'Autorité de sûreté nucléaire est la sécurisation de ces piscines, en premier lieu celles de La Hague.

Il n'existe pas à l'heure actuelle de solution satisfaisante pour la gestion des déchets. Celle qui paraît la moins mauvaise paraît être le « stockage à sec en sub-surface ».

La logique du projet Cigéo d'oubli et de confiance dans la nature et la technique comme garantie de sûreté a fait l'objet de vives controverses au cours du débat national sur la gestion des déchets radioactifs de 2006. Est apparu à cette occasion la notion d'entreposage surveillé et pérennisé qui repose sur une attitude très différente, en refusant l'oubli proposé comme solution à la société actuelle et future. L'entreposage envisagé impose en effet non seulement une surveillance mais la possibilité technique réelle d'extraire les fûts de déchets à tout moment et d'en disposer autrement. La notion d'évolution (évolution scientifique et technique, évolution des esprits et des sociétés) est donc au cœur de ce concept concurrent qui a recueilli une large approbation au cours du débat public engagé par la Commission nationale du débat public sur la gestion des déchets radioactifs en 2005-2006.

L'entreposage à sec existe déjà en France pour plusieurs types de déchets, notamment les verres produits à La Hague qui contiennent les produits de fission et les actinides mineurs (éléments plus lourds que l'uranium, hors plutonium) qui sont issus des combustibles usés provenant des réacteurs et séparés par le retraitement : ils sont entreposés à La Hague dans des silos verticaux et, comme ils sont très chauds, ils sont refroidis par une ventilation naturelle forte et une ventilation forcée. Ce sont des déchets HA-VL (haute activité, vie longue). En Allemagne et surtout aux Etats-Unis, les combustibles usés (ou combustibles irradiés) qui sont considérés comme des déchets puisqu'ils ne sont pas retraités comme en France (qui est pratiquement le seul pays à le faire à grande échelle), ont développé et développent des entreposages de longue durée sur le site même des centrales nucléaires (ce qui évite les transports), à sec, pour les combustibles usés, après un séjour d'environ cinq ans dans les piscines de refroidissement situées auprès des réacteurs nucléaires.

Quant à la « sub-surface », il s'agit de stocker les combustibles irradiés des centrales sans aucun retraitement dans des galeries creusées à faible profondeur, on dans le flanc de montagnes granitiques. De la sorte, on facilite la surveillance, et on garantit la possibilité d'extraire ces combustibles dans le cas d'une solution technique. Cette méthode peut s'appliquer également aux conteneurs (bien conditionnés) des déchets MA-VL existants, ainsi que des verres HA existants entreposés à La Hague. Après a période de refroidissement nécessaire.

## CONCLUSION

1. L'ensemble des faiblesses, des lacunes et des obstacles mis en évidence par les trois avis officiels – celui mis en consultation par l'ASN, celui de l'IRSN et celui de la Revue par les pairs – conduit à une

---

remise en cause profonde du projet Cigéo présenté par l'Andra. Constat renforcé par nombre de commentaires en réponse à la consultation lancée par l'ASN.

2. Les difficultés considérables ainsi mises en évidence doivent conduire le Gouvernement et le Parlement à remettre en cause ce projet qui ne peut que conduire à une impasse, sans parler des coûts considérables d'une telle entreprise qui seraient évidemment, *in fine*, à la charge de nos concitoyens.

3. Le choix de l'enfouissement des déchets radioactifs en couche géologique profonde n'est pas acceptable : il ne fait pas « disparaître » les déchets, mais il les cache et impose de façon irréversible aux générations future une pollution de la croûte terrestre de durée illimitée à l'échelle humaine. Il impose de plus la mise en place et la gestion d'un chantier à haut risque pour les populations pendant une période de plus d'un siècle. La reproduction d'une telle solution dans des conditions incontrôlées ne pourrait qu'aboutir à la pollution à grande échelle des eaux souterraines dans de nombreuses régions du globe.

4. En application des lois sur la gestion des déchets radioactifs, recommandée par les consultations citoyennes, la solution de l'entreposage à sec en sub-surface doit être sérieusement étudiée et un ou des installations pilotes réalisées.

5. La stratégie de gestion des déchets radioactifs, après une longue période de désintérêt sur la question, a été conduite sur la base de choix – retraitement des combustibles, production du plutonium, différenciation discutable entre « matières valorisables et déchets...- dictés par, justement, les producteurs de déchets, doit être entièrement revisitée.

6. Comme l'on fait certains pays « avancés », notamment l'Allemagne et l'Italie, la justification de la production même de l'électricité par l'utilisation de l'énergie nucléaire, productrice de la grande majorité des déchets, doit être réexaminée.