



*Le Niger*

*La conjoncture, pour le nucléaire*

*Le stockage des déchets*

**À CHAQUE ÉNERGIE  
SA PLACE !**



## **ENERGIES ET MEDIAS N° 33**

### **Novembre 2010**

A chaque énergie sa place.  
Mais n'ayons pas peur de l'énergie nucléaire !

#### SOMMAIRE

<b><u>1. Le Niger. Soutien moral aux otages et aux expatriés.....</u></b>	<b><u>2</u></b>
<b><u>2. La conjoncture, pour le nucléaire.....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>3. Le stockage des déchets.....</u></b>	<b><u>6</u></b>
3.1 Résumé.....	6
3.2 La « Convention commune ». Stockages nationaux ou internationaux .....	7
3.3 Le stockage géologique profond.....	8
3.4 Le stockage sous les fonds marins deviendra-t-il un jour une option ?.....	11
3.5 Les pays à la traîne.....	12
3.5.1 L'Allemagne.....	12
3.5.2 Les Etats-Unis.....	13
<b><u>Annexe : Stockage de déchets de haute activité initiale et à vie longue. Processus français de préparation, d'évaluation, de consultation et de décision.....</u></b>	<b><u>15</u></b>

*Ce bulletin est l'œuvre collective des retraités de l'UARGA, l'Union des Associations de Retraités du Groupe Areva. Ils souhaitent que la masse de connaissances et l'expérience qu'ils ont accumulées au cours de leur carrière sur des sujets complexes, réalités scientifiques et technologiques, puissent servir à leurs collègues retraités, et aussi à leurs concitoyens, en particulier à ceux qui sont chargés de l'information du public.*

**Document également consultable sur le site <http://www.uarga.org>**

## **1. Le Niger. Soutien moral aux otages et aux expatriés**

Sept salariés d'Arlit ont été enlevés par des terroristes, pris en otages.

Comme le personnel d'Areva, les retraités de l'Uarga - qui émet ce bulletin - en sont consternés. Un grand nombre d'entre eux ont travaillé au Niger, y ont apporté toute leur énergie et sont attachés à ce pays. Les pensées de tous vont vers ces otages qui sont en grand danger, et aussi vers les salariés de ces entreprises, en particulier les expatriés qui, tôt ou tard, vont retourner sur place. Les entreprises minières. Somaïr, Cominak, Imouraren, sont essentielles pour le pays et pour l'approvisionnement du monde en uranium. Or l'appui de spécialistes expatriés est jugé nécessaire, y compris par l'encadrement autochtone, en particulier pour préparer la future exploitation d'Imouraren.

A l'attention des lecteurs d'*Energies et Médias*, il est utile de rappeler que les numéros 24, de juin 2007, chapitre 2, et 28, de février 2009, chapitre 3 – qu'on trouve encore sur le site <http://www.uarga.org> – étaient consacrés à ces sociétés. On y a montré qu'elles ne volent pas, ne spolient pas le Niger en extrayant cet uranium ; au contraire, elles le leur achètent, leur payent comme il se doit les impôts et les charges, ce qui constitue aujourd'hui 30 % des ressources budgétaires du pays. Elles forment et emploient leur personnel, presque tout le personnel est Nigérien. Les hôpitaux d'Arlit et d'Akokan, qu'elles financent, accueillent et soignent gratuitement la population pour toutes les affections, sans se préoccuper de différencier le personnel des entreprises minières de toute autre personne. Les mamans y sont accouchées et les nouveau-nés soignés.

Quant aux accusations formulées par certaines organisations non gouvernementales, de polluer l'environnement, et de causer des maladies professionnelles, il y est répondu dans les numéros cités ci-dessus. Et Areva a annoncé son intention de créer avec les instances locales un Observatoire de la santé dans tous les pays où elle a exploité ou exploite encore des mines d'uranium. Un tel Observatoire vient d'être effectivement créé au Gabon. Un autre le sera de même au Niger.

Les retraités d'Areva pensent donc que les entreprises minières font du bien au pays et que les enlèvements ne sont pas du tout liés à leur attitude vis-à-vis des populations africaines. D'ailleurs, l'ingénieur d'Areva et sa femme enlevés par les terroristes étaient particulièrement estimés par la population pour leur dévouement personnel à sa cause.

Il reste sans doute une question politique : que les populations de Touaregs soient bien traitées par le gouvernement du pays. Quoique ce ne soit pas du domaine de compétence des retraités d'Areva, ceux-ci souhaitent que ces questions soient abordées et traitées convenablement, pour que les gens ne soient pas tentés d'apporter leur soutien aux terroristes.

[Retour sommaire](#)

## 2. La conjoncture, pour le nucléaire

En Inde, le parlement a, en principe, éclairci la situation en votant un texte sur la responsabilité civile des industriels en cas d'accident sur les centrales nucléaires. Une telle loi est très importante pour l'industriel qui s'apprêterait à construire des réacteurs nucléaires dans le pays. Longtemps la situation était restée bloquée car le texte sur lequel les industriels se seraient volontiers accordés ne trouvait pas de majorité pour le voter. C'est le pays de Bhopal... Eh bien le parlement a multiplié par trois le plafond de responsabilité envisagé dans le texte précédent, et là, le nouveau texte et passé.

La presse réagit en disant deux choses :

- plus d'obstacle, en particulier pour l'industrie américaine, qui attendait ce vote,
- et, à l'inverse, l'industrie américaine risque de trouver ce nouveau texte excessif, et avec elle les autres industriels étrangers.

La presse dit aussi qu'on peut espérer la signature du contrat confirmant la commande à la France de deux EPR, lors de la visite prévue de Nicolas Sarkozy début décembre. Sans doute discute-t-on aussi, comme avec la Chine, de transfert de technologie. Attendons !

La Chine poursuit son ambitieux programme de construction de centrales nucléaires, et vient de signer avec Areva un contrat pour la fourniture de 20 000 tonnes d'uranium sur 10 ans, pour contribuer à les alimenter. Le président Hu Jintao, lors de sa visite en France, a largement parlé de la collaboration avec la France dans le domaine de l'électronucléaire. Un accord a été signé dans le

domaine du traitement – recyclage des combustibles usés, dernière étape avant un contrat commercial, mais on attendra encore la commande espérée de deux nouveaux EPR. On se doute que la Chine, satisfaite de voir la construction des deux premiers démarrer au bon tempo, et d'entendre Anne Lauvergeon annoncer qu'ils seront terminés en 46 mois, préfère cependant attendre de voir comment progressent les chantiers d'Olkiluoto en Finlande et de Flamanville en France ; peut-être aussi, de connaître l'aboutissement des requêtes des autorités de sûreté finlandaise, anglaise et française concernant le contrôle commande.

Aux Etats-Unis, après la nouvelle positive de la multiplication par trois des sommes destinées à apporter une garantie de l'Etat fédéral aux investisseurs pour construire des réacteurs nucléaires, on attend qu'ils se décident. Mais il faut du temps pour que l'Autorité de sûreté, la NRC, donne son feu vert sur les deux modèles de réacteurs dont la construction se prépare. Par ailleurs, les industriels ne se lanceront sans doute pas avant qu'on voie venir une solution concernant le sort de leurs combustibles usés. Or la commission de haut niveau, « blue ribbon », chargée d'étudier les solutions possibles pour les gérer, a aussi besoin de temps pour cela. Ces deux points suffiraient sans doute pour expliquer qu'on attende toujours la première décision ferme de construction de réacteur. Mais un élément supplémentaire s'ajoute au tableau : le gaz, aux Etats-Unis, bénéficie, lui, de nouvelles très favorables. On a découvert des réserves considérables de gaz naturel « non conventionnel », en particulier de gaz schisteux, faciles à exploiter. Aujourd'hui, ils représentent 40 % de la production des Etats-Unis. Les prix du gaz baissent. La concurrence du gaz se fait donc plus dure sur le plan économique. Reste l'atout du nucléaire : il ne produit pas de gaz à effet de serre, mais il n'existe pas de pénalisation pour le gaz carbonique émis.

Quelques mots des intérêts français aux Etats-Unis : EDF était allié à l'électricien Constellation Energy dans la co-entreprise Unistar, pour construire et exploiter une « flotte » d'EPR, en commençant par la centrale de Calvert Cliffs 3 (Maryland). Mais Constellation a exprimé son intention de se retirer du projet. Après un épisode un peu conflictuel, les parties se sont mises d'accord pour que Constellation vende à EDF, à un prix raisonnable, ses parts (50 %) dans Unistar. Il faut expliquer ici qu'une compagnie étrangère ne peut, aux Etats-Unis, obtenir une licence pour construire et exploiter une centrale nucléaire, elle doit toujours avoir un partenaire américain majoritaire. EDF doit donc trouver maintenant un autre partenaire aux Etats-Unis. Elle pourra alors, si elle le veut, utiliser le site de Calvert Cliffs 3 et quelques autres. Areva, le constructeur de l'EPR, est naturellement concerné aussi, mais reste convaincu que la relance du nucléaire reste une priorité de l'Administration Obama (*Les Echos* du 22 octobre). La construction par Areva à Newport News des installations destinées à fabriquer des composants lourds pour EPR a été néanmoins ralentie.

[Retour sommaire](#)

Abordons maintenant le cas de l'Allemagne. Bien que l'opinion publique soit toujours hostile, Angela Merkel est consciente du fait que le pays a besoin de ses réacteurs nucléaires pour faire face à la consommation d'électricité, et pour tenir ses engagements quant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Une fois affranchie de la coalition droite – gauche au début de la présente législature, on sait qu'elle a donc résolu de faire abroger le programme de fermeture progressive des centrales nucléaires, votée sous son prédécesseur, Gerhard Schröder. Mais elle a tardé à faire voter un tel changement, pour des raisons de politique intérieure, et elle doit s'en mordre les doigts aujourd'hui. En effet, elle a, malgré cela, subi une défaite électorale qui la prive de la majorité au Bundesrat. Comment, maintenant, faire modifier la loi ?

Le chemin, le « concept », comme on dit en Allemagne, tracé par le gouvernement est le suivant :

- Le recours à l'énergie nucléaire n'est pas une fin, une stratégie pour le long terme : il est destiné à franchir le gué jusqu'à l'autre rive, c'est-à-dire jusqu'au jour où l'on saura s'en passer (il faut sans doute comprendre : Vu l'opposition du public, ...) !
- On compte, à terme, s'en passer uniquement avec les sources d'énergie renouvelables.

- Et comme on sait que deux grandes sources d'énergie renouvelables, l'éolien et le photovoltaïque (solaire produisant de l'électricité), sont des sources intermittentes, on compte, pour prendre le relais lorsqu'elles s'arrêtent, avoir recours au biogaz, dont on peut démarrer ou arrêter la combustion de façon quasi instantanée (*Le Figaro Economie* du 10 septembre).
- *Dans la mesure où la sûreté le permet, les réacteurs nucléaires les plus modernes seront maintenus en service 14 ans au-delà de la date prévue par la loi en vigueur, et les réacteurs les plus anciens, 8 ans.*
- *La production d'électricité par les réacteurs nucléaires sera taxée de façon à ce que les bénéfices résultant de ce maintien en service plus longtemps que prévu soient, pour une part importante, utilisés pour financer le développement des sources d'énergie renouvelables. Il s'agirait d'un montant de 2,3 milliards d'euros par an sous la forme d'une taxe sur le combustible nucléaire, auquel s'ajouterait une contribution à un fond de développement des renouvelables, de 300 millions, puis 200 millions d'euros par an.*

Angela Merkel peut ainsi dire : *Grâce au nucléaire, on va pouvoir faire plus de renouvelables !* L'argument est certainement avancé pour tenter d'infléchir la position hostile des opposants au nucléaire. Il est loin d'être certain que cela suffise.

Par ailleurs, est-il réaliste de compter sur le biogaz à une telle échelle ? La biomasse et les déchets animaux peuvent-ils être produits chaque année en quantité suffisante pour y parvenir ? On peut craindre que non, ce ne soit pas réaliste.

Pour parler maintenant de l'aspect législatif, une nouvelle loi peut être votée sans problème au Bundestag où la coalition au pouvoir détient la majorité. Angela Merkel semble vouloir se passer d'un vote au Bundesrat, où la coalition au pouvoir n'est plus majoritaire. Mais *l'opposition des sociaux-démocrates et des Verts ... a d'ores et déjà promis de contester la décision devant les tribunaux. ... En dernier recours, la très indépendante Cour constitutionnelle de Karlsruhe devra décider si le gouvernement est en droit de court-circuiter les Länder pour une décision les touchant d'aussi près* (*Le Figaro Economie* du 7 septembre).

[Retour sommaire](#)

En Belgique, où l'on a suivi attentivement cette évolution en Allemagne, certains politiques envisagent une démarche analogue. Prendre de l'argent au nucléaire pour financer le renouvelable est une idée qui leur plaît. Mais le pays n'ayant toujours pas de gouvernement, on ne risque pas d'évoluer rapidement sur ce point.

Même en France, on a entendu Chantal Jouanno dire du bien de cette idée (*Reuters* le 14 septembre) ! Mais elle est maintenant ministre des sports et ce n'est plus sa position qui importe ! Comme il n'y a guère de nouvelles concrètes, ces derniers mois, concernant la France, on n'en parlera pas davantage dans ce numéro.

Terminons avec l'Italie : Enfin, l'Autorité de sûreté a été créée, et ses principaux responsables nommés. Les médias du pays expliquaient qu'il était indispensable que ce soit fait cette année pour qu'il reste possible de tenir les plannings de construction annoncés. Cela a été dur, mais c'est fait !

Bien que la crise mondiale ralentisse indéniablement les décisions de gros investissements, les compagnies françaises continuent à croire au développement rapide du nucléaire dans le monde. Il n'est, pour s'en convaincre, que de lire dans *Le Figaro Economie* du 25 octobre les intentions de recrutement en 2011 :

- pour le groupe Areva, 3500 personnes, dont 60 à 65 % d'ingénieurs,
- pour EDF, secteur nucléaire, 500 à 600 ingénieurs.

[Retour sommaire](#)

### 3. Le stockage<sup>1</sup> des déchets

#### 3.1 Résumé

Le sujet des déchets radioactifs est extrêmement vaste. *Energies et Médias* n'en traite ici que quelques aspects, et renvoie le lecteur au nouveau site pédagogique lancé par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs, l'Andra, en partenariat avec le Palais de la découverte et le Ministère de l'écologie : <http://dechetsradioactifs.com>. Les divers aspects sont présentés de façon particulièrement simple et lisible.

Tout le monde voit bien que les déchets sont toujours, dans l'esprit du public, une pierre d'achoppement pour le nucléaire. Les antinucléaires continuent contre vents et marées, autrement dit quelles que soient les démonstrations dont ils prennent connaissance, à prétendre qu'il n'y a aucune solution. Ils comparent le nucléaire à un avion qui décollerait sans piste d'atterrissage à l'arrivée ! Et comme les médias leur accordent toute la place qu'ils veulent pour le dire et le répéter, il est bien difficile pour les spécialistes de bonne volonté de faire passer le message contraire ! Il faut cependant essayer d'y parvenir, être persévérant. C'est pourquoi *Energies et Médias* aborde de nouveau le sujet dans ce numéro.

Le but est de rappeler que les *déchets radioactifs à vie longue<sup>2</sup> produits par l'irradiation de l'uranium et du plutonium* ne constituent pas un problème sans solution. Il y a au contraire, potentiellement, nombre de solutions. L'une d'elles est éloignée de tout ce qu'on étudie aujourd'hui. Elle a été rappelée récemment au cours d'une journée « *Nucléaire et communication* », et on l'évoquera comme une éventualité à très long terme si jamais l'opinion publique internationale s'affranchissait de ses craintes vis-à-vis des déchets !

Les Etats-Unis, la Suède, la Finlande et la France ont opté pour le stockage en couche géologique profonde :

- les Etats-Unis, en couche de sel, pour des déchets militaires de faible et moyenne activité,
- la France, dans une couche d'argile, pour ses déchets de haute activité initiale ou de moyenne activité, à vie longue, issus du retraitement des combustibles usés,
- la Suède et la Finlande, dans le granite, pour leurs éléments combustibles usés, sans retraitement.

Aux Etats-Unis, ce stockage fonctionne depuis 1999. Dans les trois autres pays, on en est à la phase d'étude sur des sites choisis, à l'issue de laquelle les décisions de réalisation pourront être prises.

Pour parvenir à convaincre du bien-fondé d'un tel projet la population locale, chacun de ces pays lui a promis de s'en tenir strictement au stockage de ses *déchets nationaux*. Il est très important de respecter les promesses, on ne peut donc ensuite tenter d'expliquer que, finalement, un stockage *international* dans le même pays rendrait bien des services ! En France, la loi même interdit d'importer des déchets étrangers, ou d'exporter des déchets français. Ainsi la convention, dite « *Convention commune* » préparée par la communauté internationale sous l'égide de l'AIEA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ce mot « *stockage* », à la différence du terme « *entreposage* », veut dire que, sauf imprévu, il s'agirait d'un stockage définitif.

<sup>2</sup> Par définition, *vie longue* veut dire : *période supérieure à 31 ans*, *vie courte* : *période inférieure à 31 ans*. *La période d'un élément radioactif est le temps au bout duquel la moitié de ses atomes ont disparu en émettant leur rayonnement radioactif*. Au bout de 2 périodes, il ne reste donc qu'un quart des atomes. Au bout de 10 périodes, il ne reste qu'1/1024<sup>ème</sup> des atomes, soit moins d'un millième.

<sup>3</sup> Une convention est un véritable traité international qui engage les parties contractantes, c'est-à-dire les parties qui l'ont signée et ratifiée. AIEA : Agence Internationale de l'Energie Atomique.

considère-t-elle d'abord que les déchets radioactifs devraient être stockés définitivement dans le pays qui les a produits.

On peut penser qu'on finira par avoir des réalisations concrètes, montrant au public que « ça marche ! ». Il est souhaitable d'en arriver à ce stade dans quelques pays aussitôt que possible, en sus du site américain dans le sel. Ces expériences positives, portées à la connaissance du public, pourraient finir par emporter la conviction de beaucoup d'hésitants.

Alors il sera sans doute plus facile d'accepter l'idée de stockages internationaux. C'est sûrement en raisonnant ainsi que les négociateurs de la *Convention commune* ont été amenés à prévoir également, comme une seconde possibilité, la pratique du *stockage de déchets étrangers, si cela contribue à une gestion sûre et efficace de ces déchets*.

- Par exemple, pourquoi ne pas envisager un stockage commun à la République tchèque et à la Slovaquie ?
- Des petits pays, plutôt que de dépenser beaucoup pour tenter de faire chez eux un stockage national, pourraient payer un grand pays pour accepter leur petite quantité de déchets.

Une autre évolution a été envisagée : se tourner vers la mer, ou plutôt, en dessous du fond de la mer. Il s'agissait d'une solution élaborée, bien différente du simple déversement en mer. Ces solutions ont été rejetées par l'opinion publique, et même par un moratoire international, parce qu'on a considéré comme scandaleux le déversement de déchets radioactifs dans l'océan, qui avait été effectué, de façon officielle ou non, pratiquement par tous les pays de 1946 à 1982. La mer, c'est sacré ! Aujourd'hui, dans le monde entier, la philosophie est qu'on stocke les déchets, on assure le suivi, la surveillance, on se donne la possibilité de les reprendre s'il y a défaillance constatée, et on maintient la mémoire. Peut-on imaginer qu'un jour où les esprits se seraient libérés de l'angoisse des déchets radioactifs, on en vienne à rouvrir cette réflexion ? Il est intéressant, au moins, de savoir que la communauté internationale a étudié une technique relativement simple consistant à introduire les déchets profondément *sous* le fond de la mer.

Revenant à l'actualité concrète, *Energies et Médias* évoque brièvement pour terminer le cas de deux pays qui sont « à la traîne » pour ce qui concerne la gestion des déchets nucléaires : l'Allemagne et les Etats-Unis.

[Retour sommaire](#)

### 3.2 La « Convention commune ». Stockages nationaux ou internationaux

Dans les années 1990, l'AIEA a réuni les pays intéressés pour élaborer d'abord une convention sur la sûreté des réacteurs nucléaires (1994), puis sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et des combustibles usés.

Ainsi est née la *Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs* (1997). Elle est entrée en vigueur en 2001 lorsque un nombre suffisant de pays eut procédé à sa ratification.

Tous les pays « parties contractantes » y ont pris des engagements de bonne gestion et de transparence pour ce qui concerne les déchets radioactifs, et ils en rendent compte périodiquement à la communauté internationale.  
[http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/1997/French/infcirc546\\_fr.pdf](http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/1997/French/infcirc546_fr.pdf)  
 Il est intéressant de dire autour de soi que cette convention existe et est appliquée.

A l'époque de la négociation de cette convention, certains pays, tels les Iles Marshall ou l'Afrique du Sud, envisageaient d'offrir du territoire pour qu'y soit implanté un stockage international. D'autres, en particulier les petits pays ayant des déchets radioactifs, mais pas ou peu de réacteurs nucléaires, se disaient que ce serait un monde de travail d'essayer d'identifier un lieu, d'étudier un dispositif, de convaincre la population locale, pour établir un stockage national ; ils souhaitaient plutôt pouvoir confier la gestion de leurs déchets à un autre pays, ou bien qu'il leur soit permis de se grouper pour unir leurs efforts. En marge de la préparation de la convention, une réflexion de principe a été menée par quelques pays, avec l'AIEA comme observateur, pour étudier les divers aspects d'un stockage international.

Mais d'autres pays s'opposaient à cette idée. Pour la France, cela lui était interdit par une loi. La Suède était dans la situation suivante. Elle avait décidé d'abandonner le nucléaire à terme, mais avait expliqué à la population qu'il fallait bien gérer les déchets des centrales existantes, donc trouver pour eux une solution. Par une concertation très respectueuse, on en était arrivé à définir des solutions de stockage des déchets de haute activité initiale et à vie longue. Ayant obtenu l'accord des populations, la Suède comptait bien tenir parole, et s'interdisait donc d'envisager un stockage international. Elle aurait voulu que la Convention l'interdise.

Finalement, le sujet a été traité dans son préambule :

*« Convaincues<sup>4</sup> que les déchets radioactifs devraient, dans la mesure où cela est compatible avec la sûreté de la gestion de ces matières, être stockés définitivement dans l'Etat où ils ont été produits, tout en reconnaissant que, dans certaines circonstances, une gestion sûre et efficace du combustible usé et des déchets radioactifs pourrait être favorisée par des accords entre Parties contractantes pour l'utilisation d'installations situées dans l'une d'entre elles au profit des autres Parties, en particulier lorsque les déchets résultent de projets communs; »*

[Retour sommaire](#)

### 3.3 Le stockage géologique profond

On s'en tiendra ci-dessous à parler des déchets à vie longue.

L'idée principale du stockage profond est qu'on ne doit pas compter sur la population pour garder pendant des milliers d'années des déchets amenés à conserver une radioactivité présentant un danger pour l'homme. Il faut concevoir un système dont la sûreté soit « passive », sûr sans qu'on ait à s'en occuper. Garder le souvenir qu'il existe un stockage de déchets en imposant des servitudes inscrites au cadastre, et en transmettant solennellement les dossiers en mairie d'élection en election : oui, c'est plutôt une bonne chose ; mais ne pas compter là-dessus pour assurer la sûreté de l'installation.

Il est intéressant d'évoquer l'étude PAGIS, Performance Assessment of Geological Isolation Systems, réalisée sous l'égide de la Commission des Communautés Européennes. La question qui avait été posée en 1982 aux scientifiques de PAGIS était la suivante : *Est-il possible de stocker de façon sûre les déchets radioactifs de haute activité... dans un dépôt réalisé en formations géologiques profondes ?* Pour répondre à cette question, et dans ce but seulement, il avait été convenu de *n'étudier que des sites réels se trouvant dans les formations géologiques continentales*

---

<sup>4</sup> Ce sont les *parties contractantes* qui sont convaincues. Ce paragraphe est un des attendus qui précèdent l'énoncé du texte de l'accord international par lequel elles s'engagent.



*les plus répandues en Europe, à savoir les formations argileuses, les roches granitiques et les dépôts de sel, ainsi que dans les sédiments sous-marins de l'Océan Atlantique.*

On peut calculer, par modélisation<sup>5</sup>, combien d'atomes radioactifs pourraient migrer d'un stockage souterrain jusqu'à la surface sur une période donnée.

Ces études portaient sur des verres – tels que ceux produits à La Hague - stockés dans un stockage bien construit (avec les barrières qu'on savait déjà fabriquer, en particulier à base d'argile). Elles ont montré :

- que les personnes les plus mal placées par rapport au stockage ne recevraient jamais, au fil des âges, et même en cas d'incident, de dose supérieure à une *fraction infime (les calculs donnaient entre un centième et un cent millième suivant les cas envisagés) de ce qui est considéré aujourd'hui comme certainement non nocif, donc acceptable pour l'homme!*
- que le milieu qui donnait les meilleurs résultats était le milieu sous-marin.

La modélisation comprend des incertitudes, mais ces résultats étaient profondément encourageants.

Les premiers à avoir mis en service une installation de ce type sont les Américains au Nouveau Mexique, dans leur installation WIPP, Waste Isolation Pilot Plant. Le stockage de déchets militaires à vie longue (de faible et moyenne activité) se fait depuis 1999 dans une couche de sel à environ 800 mètres de profondeur.

Les Suédois et les Finlandais préparent un stockage dans le granite pour leurs combustibles usés insérés dans des conteneurs épais en cuivre.

Quant à la France, la situation est assez bien connue des lecteurs d'*Energies et Médias*. Pour gérer les déchets de haute activité initiale à vie longue, la loi de 1991 a conduit à étudier trois voies pendant quinze ans. Ce que beaucoup de gens n'ont pas vu tout de suite, c'est qu'elles menaient toutes, tôt ou tard, et pour des quantités de déchets plus ou moins grandes, à un stockage en couches géologiques profondes.

- L'une des trois voies est une *solution d'attente : l'entreposage<sup>6</sup> de longue durée en surface*.
- Une autre consiste à tenter de *transmuter certains atomes radioactifs à vie longue en atomes à vie courte, qu'on espère plus sympathiques ; mais ce n'est pas évident, et cela ne suffit pas à faire disparaître tous les atomes radioactifs à vie longue*.
- La troisième voie est le *stockage géologique profond*, qui s'impose donc en fin de compte comme inévitable puisqu'il restera de toute façon – c'est-à-dire même si l'on suit les deux autres voies - des atomes de haute activité et à vie longue, auxquels il faudra assurer un stockage définitif.

[Retour sommaire](#)

Ce qui est important, c'est d'expliquer  
qu'il s'agira de véritables *ouvrages d'ingénierie soigneusement étudiés*,  
avec des barrières successives,  
encore mieux que des ouvrages à la Vauban.  
On ne se contentera pas  
de placer les matières radioactives en vrac à une belle profondeur  
en attendant que la radioactivité remonte !

<sup>5</sup> La modélisation d'un phénomène, ici la migration d'atomes radioactifs du stockage souterrain jusqu'à la surface de la Terre et au corps de l'homme, consiste à essayer d'établir par quels mécanismes il est possible que ces atomes se déplacent, puis à établir les équations représentant leur mouvement suivant ces mécanismes. Il est important de "valider" les modèles par des expériences, par exemple dans les laboratoires souterrains, ou par des analogues naturels.

<sup>6</sup> L'*entreposage* est, par définition, un stockage de *durée limitée*.

C'est pourquoi le terme d'*enfouissement*, le verbe *enfouir*,  
sont très mauvais pour décrire ce qu'on va faire.  
Parlons plutôt de *stocker en profondeur*, et non pas d'enfouir !

Beaucoup de professionnels du nucléaire, pourtant, emploient ces termes malheureux qu'affectionnent les antinucléaires ! On se souvient de leur caricature où l'on voit l'homme du nucléaire avec un balai, fourrant simplement les déchets sous le tapis ! On veut faire croire que c'est cela qu'on prépare. En réalité, ce sont au contraire des ouvrages conçus et mis au point par des études raffinées sur les matériaux naturels et artificiels qui entreront dans la constitution et l'environnement du stockage. Cela explique pourquoi il faut des années pour réunir les connaissances nécessaires, et pour tester les solutions, afin de *démontrer* la sûreté.

La préparation de la loi de 2006 a effectivement montré aux parlementaires la richesse des investigations qui avaient été menées. Et la loi de 2006 est entrée dans le concret pour le stockage profond. Depuis lors les travaux se poursuivent de façon très positive autour de Bure, ainsi que la concertation avec la population locale.

On sait que la loi impose la *réversibilité* du stockage pendant un certain temps. Le public ressent le besoin de pouvoir défaire ce qu'on a fait, si nécessaire. Reste à préciser ce qu'on entend par là. On travaille sur plusieurs sens qu'on donnerait à ce mot. La logique conduit à penser qu'il ne faudrait envisager de retirer les déchets de leur stockage que si l'on constatait un danger ; et non, comme le disent certains, si l'on trouve une meilleure solution. Quand on construit un modèle d'avion qui présente des avantages par rapport aux modèles antérieurs, on ne détruit pas ceux-ci, on continue à les exploiter tant qu'ils sont encore sûrs et rentables. On ne gaspille pas l'argent.

Un résumé du processus de préparation, d'évaluation, de consultation et de décision en France est fourni en annexe.

On espère mettre le stockage en exploitation en 2025.

[Retour sommaire](#)

Après quelques années de fonctionnement des stockages suédois, finlandais, français  
il est vraisemblable que l'on constatera que tout se passe bien,  
que la population locale est satisfaite,  
et qu'il sera moins difficile alors de trouver d'autres sites  
où la population se porte volontaire.

C'est pourquoi il est essentiel de ne pas perdre de temps,  
même si ce n'est pas, du moins en France, la place d'entrepôt qui manque déjà.

C'est, au contraire, le cas aux Etats-Unis pour les éléments combustibles usés de leurs centrales civiles. On en reparlera au paragraphe 3.5 ci-dessous.

On peut espérer que le succès attendu de ces stockages profonds contribuera à relâcher l'opposition au nucléaire dans le monde. Il permettra sans doute de trouver de nouveaux sites où la population soit volontaire pour accueillir un stockage.

L'idée même de stockages internationaux aura alors de meilleures chances d'être acceptée.

[Retour sommaire](#)

### 3.4 Le stockage sous les fonds marins deviendra-t-il un jour une option ?

Lors d'une journée « *Nucléaire et communication* »<sup>7</sup> au mois de septembre, une présentation inattendue a été faite par Jacques Pradel, André Barbreau et Ghislain de Marsily<sup>8</sup>. Il s'agissait du stockage en formations sous-marines, c'est-à-dire d'implanter *sous le fond de la mer* les colis de *déchets dûment conditionnés*, placés dans des conteneurs appropriés, et *non pas seulement de les laisser tomber et s'accumuler au fond de la mer*.

Des études considérables ont été menées sur le sujet à la fin des années 1970 et dans les années 1980. Des campagnes océanographiques ont été effectuées dans l'Atlantique par la France, en particulier par le CEA et Ifremer, et par une mission internationale sous l'égide de l'Agence de l'Energie Nucléaire de l'OCDE, regroupant 70 scientifiques de France, d'Allemagne, des Etats-Unis, d'Angleterre, du Canada, d'Italie, du Japon et d'Australie.

Les travaux sur le stockage définitif des déchets radioactifs en formation sous-marine ont été interrompus en 1988. L'opinion publique s'était émue d'apprendre que de nombreux pays avaient déversé dans l'océan des déchets radioactifs (de faible activité) de 1946 à 1982. Ce n'était pas interdit à l'époque, et l'Organisation Maritime Internationale (OMI) avait chargé l'AIEA de fixer les règles à respecter pour le faire. Mais la mer, c'est sacré ! Et à la septième réunion de la Convention de Londres<sup>9</sup>, en 1983, les parties contractantes ont adopté une résolution demandant la suspension de toute opération d'immersion jusqu'au réexamen des fondements scientifiques de cette pratique.

Les travaux scientifiques qui ont suivi ont montré qu'il n'y avait pas d'élément de l'ordre de la sûreté, qui conduise à interdire l'immersion de déchets, même de haute activité, pourvu que les précautions appropriées soient prises. Mais le moratoire a été maintenu par les parties contractantes à la Convention de Londres à titre volontaire. Il n'est pas envisagé de revenir sur cette décision.

Revenons cependant à la communication de septembre 2010. Elle expliquait :

- que les sédiments calcaires et argileux (les boues des grands fonds océaniques) du fond de l'Océan Atlantique sont mous et malléables, un peu comme de la pâte dentifrice,
- que la technique, plus élaborée que la simple immersion, consiste à percer cette couche de sédiments par une torpille dans laquelle se trouve le colis de déchets,
- et que la matière déplacée est aspirée par la torpille dans son sillage et rebouche ainsi instantanément le trou qu'elle a formé ; on peut ainsi insérer des déchets à une profondeur d'environ 30 mètres sous le fond de la mer ;
- ensuite, au cours des âges, les sédiments marins transportés par les courants continueront à s'accumuler et à recouvrir le fond marin, augmentant lentement la profondeur à laquelle les déchets sont enterrés.

Naturellement la réversibilité d'un tel stockage serait pratiquement impossible à réaliser.

<sup>7</sup> Journée organisée par Nicole Linhart (nicole.linhart@gmail.com), présidente du Groupe de Recherche en Radiotoxicologie, GRRT

<sup>8</sup> Jacques Pradel, ancien chef du Département de protection technique au CEA, ancien président de la Société française de radioprotection,

André Barbreau, ancien membre du Comité exécutif du Groupe international *Seabed* depuis sa fondation en 1977, Ghislain de Marsily, Professeur à l'Université Paris VI, animateur de l'équipe internationale *Seabed* chargé de l'évaluation de sûreté.

<sup>9</sup> Depuis l'entrée en vigueur, en 1975, de la *Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et autres matières* (dénommée Convention de Londres sur l'immersion, en anglais London Dumping Convention: LDC), et jusqu'à ce moratoire, la Convention interdisait notamment l'immersion de déchets fortement radioactifs et soumettait l'immersion des déchets de faible activité à l'obtention d'une autorisation spéciale.

Voilà un bel exemple de coopération internationale !

Mais reviendrait-t-on un jour sur la stratégie raisonnable adoptée par toute la communauté internationale, du stockage souterrain : *on stocke les déchets, on assure le suivi, la surveillance, on se donne la possibilité de les reprendre s'il y a défaillance constatée, et on maintient la mémoire ?* A terme, il ne paraît pas tout à fait impossible que les hommes en viennent à préférer cette technique, dans les eaux internationales, à la recherche laborieuse de sites terrestres de stockage. Il faudrait cependant que le virage de l'opinion soit vraiment intervenu dans le monde entier, puisque des accords internationaux seraient nécessaires pour régir tout cela. Ce n'est pas pour demain, ni pour après-demain.

Il faut plutôt soutenir l'Andra<sup>10</sup>, et la démarche cohérente de la France, avec tout le processus d'évaluation et de consultation défini dans nos lois successives de 1991 et 2006 (il est résumé en annexe), pour que le stockage souterrain profond devienne dès que possible une réalité et un exemple pour la communauté internationale. D'ailleurs, celle-ci en prend le chemin puisqu'un projet de directive européenne vient d'être publié en novembre 2010, demandant à tous les pays producteurs de déchets de haute activité d'établir un stockage géologique, soit sur leur territoire, soit, plus tard, pour plusieurs pays sur le territoire de l'un d'eux à condition qu'ils établissent entre eux des accords appropriés.

[Retour sommaire](#)

## 3.5 Les pays à la traîne

Pour que le lecteur ne croie pas qu'*Energies et Médias* vit sur un nuage et imagine tout le monde prêt à faire confiance, à s'ouvrir au nucléaire avec tout ce que cela implique, il faut parler rapidement de pays où la question des déchets soulève encore des problèmes majeurs, en particulier celle des déchets de haute activité initiale et à vie longue.

### 3.5.1 L'Allemagne

Commençons par l'Allemagne. L'Allemagne de l'Ouest, ambitieuse à l'époque, a construit 23 réacteurs à eau pressurisée ou bouillante, de plus de 200 mégawatts électriques jusqu'à près de 1500 mégawatts, un réacteur à haute température et un réacteur surgénérateur refroidi au sodium. Elle a voulu construire une usine de retraitement. Mais jamais l'opinion n'a été enthousiaste, et Greenpeace a rapidement trouvé un public à l'écoute, facile à mobiliser. Le pays a dû renoncer à exploiter son réacteur à neutrons rapides construit à Kalkar, le pendant allemand, belge et néerlandais de Phénix ; elle a renoncé à finir de construire l'usine de retraitement à Wackersdorf. Mais c'est le thème des déchets radioactifs qui a vraiment été le point fort de l'action de Greenpeace. Tout le monde a à l'esprit les rassemblements de milliers ou de dizaines de milliers de manifestants cherchant à bloquer les trains transportant les combustibles usés vers La Hague, ou les produits de leur retraitement de La Hague à Gorleben. La presse allemande et les Allemands appellent « Castor » un peu tous les « emballages » qui servent à ces transports. Sur les Castor se focalise la haine. Et Gorleben est le site détesté.

C'est à la fois un site d'entreposage et un site – le seul - prévu pour le stockage définitif des déchets de haute activité initiale et à vie longue<sup>11</sup>. Un travail énorme a été réalisé pour bien connaître ce volume de sel qui, pensent les scientifiques, est un excellent milieu pour le stockage définitif des déchets.

<sup>10</sup>

<sup>11</sup> Pour les déchets de faible et moyenne activité, le site de l'ancienne mine de fer de Konrad est en cours de préparation et pourrait entrer en fonctionnement vers 2014.

Des maladresses ont été commises, semble-t-il. Tandis que les scientifiques recommandaient qu'on recherche aussi d'autres sites pour le stockage définitif de ces déchets, c'est, suivant les informations recueillies par *Energies et Médias*, le pouvoir politique qui a décidé que ce serait Gorleben et aucun autre. Aujourd'hui des investigations complémentaires sur Gorleben ont été requises, mais Greenpeace a déposé plusieurs plaintes en vue de les interdire ! On a dit que chaque région concernée aurait à se débrouiller pour le stockage définitif de ses éléments combustibles usés, mais ce serait une folie de multiplier les installations !

Le site de Asse a aussi une histoire malheureuse. Il s'agit d'une ancienne mine de sel et de potasse, exploitée de 1909 à 1925, puis remblayée. A l'époque, elle n'était évidemment pas du tout prévue pour qu'y soient entreposés des déchets.

On y a d'abord (1967 à 1978) fait de la recherche et du développement (R&D) sur le stockage de déchets de haute activité initiale et à vie longue, puis de 1979 à 1993 sur la *fermeture* des installations de stockage. Mais on y a aussi entreposé de grandes quantités de déchets radioactifs de faible et moyenne activité, sans précautions, comme si l'étanchéité du volume utilisé était parfaite ! Ce qui devait arriver arriva : depuis de nombreuses années, il entre de l'eau par mille endroits dans cette ancienne mine. Dans certains volumes, l'eau entre en contact avec les déchets, et ressort un peu contaminée ! Le débit est constant : 12 mètres cubes par jour. Impossible d'intercepter tous les filets d'eau concernés<sup>12</sup>. Greenpeace en parle depuis trois ans comme si c'était un phénomène nouveau. Il en déduit que c'est la preuve qu'on ne peut compter sur le sel comme roche d'accueil pour le stockage de déchets. Et sûrement beaucoup d'Allemands le croient. Ils sont donc hostiles à Gorleben, comme on l'a vu plus haut ! Non, l'Allemagne n'est pas sortie d'affaire...

En vérité, un stockage doit être construit à partir d'un volume de sel vierge, que l'on prépare à cette fin, comme cela a été fait pour le WIPP aux Etats-Unis. On a vu que ce n'était absolument pas le cas de Asse. La faillite de Asse ne condamne absolument pas le sel et Gorleben.

- *Une mine de sel destinée au stockage de déchets sera conçue spécifiquement pour cela :*
    - *On se tiendra à l'écart des couches aquifères avec de larges marges de sécurité.*
    - *On ménagera des piliers massifs pour assurer la stabilité.*
- Cela n'était pas le cas quand la mine de Asse était exploitée.*
- *Lorsqu'on stockera dans le sel des déchets de haute activité initiale et à vie longue, ils dégageront de la chaleur, le sel sera chauffé, et « fluera » très rapidement, c'est-à-dire qu'il se déformera pour épouser complètement la forme des colis de déchets, rendant impossible l'arrivée d'eau susceptible d'entrer en contact avec des éléments radioactifs et d'en entraîner vers l'environnement.*

### 3.5.2 Les Etats-Unis

Les Etats-Unis, pour leurs déchets du nucléaire civil, ont un problème du même ordre. Ce n'est plus Gorleben, c'est Yucca Mountain, dans le désert du Nevada<sup>13</sup>. Le site est très différent (la roche est poreuse), le principe assurant la sûreté du stockage est différent, mais la difficulté est la même. Le gouvernement a choisi un seul site pour le stockage définitif de ses éléments combustibles usés. On a dépensé des sommes considérables pour l'étudier. Mais on a eu la surprise d'y trouver de petits

<sup>12</sup> L'Office fédéral de radioprotection, BfS, a prescrit récemment que la totalité des déchets soient retirés de la mine. C'est un travail colossal.

<sup>13</sup> On y avait effectué des tests souterrains d'armes nucléaires.

volumes d'eau qui posent peut-être un problème. La population du Nevada est inquiète, le sénateur Harry Reid, démocrate, s'arc-boute pour que le projet capote, devient président du Sénat, pousse le président Obama à l'abandonner et obtient gain de cause ! Harry Reid vient d'être réélu de justesse.

En attendant qu'une autre solution soit disponible, chaque centrale américaine se voit obligée de conserver sur son site ses éléments combustibles usés, soit en piscine, soit en entreposage à sec, alors que, depuis longtemps, l'Etat fédéral devrait, suivant ses engagements, avoir pris cet entreposage à sa charge.

Le seul élément positif est que le président Obama a nommé une commission de haut niveau chargée d'étudier toutes les solutions envisageables pour gérer les combustibles usés. On peut imaginer que cette haute commission propose qu'ils soient retraités. Mais le fera-t-elle ? Le retraitement retire l'uranium et le plutonium. Le volume de déchets de haute activité et à vie longue à stocker serait beaucoup diminué. Au lieu qu'un site tel que Yucca Mountain soit plein simplement avec les éléments combustibles des réacteurs déjà existants, sa capacité serait notablement augmentée.

Le pays ne partirait pas de zéro. Areva, associé à des industriels américains, s'est vu commander des études importantes sous l'administration G.W. Bush, pour étudier un tel retraitement avec, dans la même usine, le recyclage de l'uranium et du plutonium dans des combustibles Mox pour réacteurs à eau<sup>14</sup>. Mais la décision de construire une telle usine n'est jamais venue. Viendra-t-elle quand la haute commission aura rendu ses conclusions ?

[. Retour sommaire](#)

---

<sup>14</sup> Un peu comme les usines françaises de La Hague et de Melox réunies, mais sans passer nulle part par du plutonium purifié. Mox veut dire : mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium.

## **Annexe : Stockage de déchets de haute activité initiale et à vie longue. Processus français de préparation, d'évaluation, de consultation et de décision**

- Première loi en 1991 qui prévoyait 15 années de recherches, au terme desquelles une nouvelle proposition devait être présentée au Parlement.  
Dans le respect des règlements internationaux, les options envisagées par la loi étaient :
  - la séparation et la transmutation,
  - le stockage géologique,
  - l'entreposage de longue durée.
- Ces 3 voies ont été étudiées, sous l'évaluation continue de la Commission Nationale d'Évaluation, CNE, et les points de rendez-vous ont été définis avec l'Autorité de sûreté. L'OPECST<sup>15</sup> a aussi périodiquement revu la question sous l'angle stratégique.
- Pour le stockage géologique, un dossier de demande d'autorisation de création d'un laboratoire souterrain a été déposé en 1996, avec l'ensemble des études, y compris l'étude d'évaluation de sûreté, à partir des informations alors disponibles.
- En 2001, un nouveau dossier de connaissances et d'évaluation de sûreté a été élaboré et soumis à revues.
- Enfin, le Dossier déposé en 2005 au terme des 15 années de recherches, s'est appuyé sur les dossiers précédents, enrichis des études réalisées à chaque étape.
- Les instances gouvernementales se sont régulièrement exprimées aussi,
  - en 1998 pour insister sur la réversibilité, puis pour le choix du laboratoire souterrain ;
  - surtout, en 2005 et 2006, pour faire évaluer, y compris à l'international, l'état des travaux.
- En 2006, la loi de programmation a été votée, en intégrant les conclusions des 15 années de recherches, dont le choix de la solution : le stockage en formation géologique. Elle définit de nouveau les points de rendez-vous et de décision.
- Les études et travaux ont continué.
- En 2009, nouveau Dossier, cette fois destiné à cadrer le site futur étudié en vue du stockage. Encore tout un ensemble d'évaluations.
- En mars 2010, le gouvernement remet ses conclusions, précisant le périmètre réduit à l'intérieur duquel devrait être implanté le stockage.
- Un débat public doit avoir lieu avant la remise du dossier de demande d'autorisation de construction.

[Retour sommaire](#)

---

<sup>15</sup> OPECST : Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques