



# CAHIER D'ACTEUR SUR LE DÉBAT GESTION DES DÉCHETS NUCLÉAIRES

## LES DÉCHETS NUCLÉAIRES SONT-ILS GÉRABLES ?

### Généralités

Contrairement aux déchets chimiques industriels renfermant des éléments toxiques comme l'arsenic, le plomb, le cadmium dont la durée de vie est infinie, les déchets nucléaires renferment des radionucléides qui disparaissent avec le temps, même si, pour certains d'entre eux il faut très longtemps. Par ailleurs, plus les radionucléides vivent longtemps et moins ils sont dangereux !

En effet, qui dit grande durée de vie dit faible activité. Par exemple l'iode 129 qui a une période de 15 millions d'années est 700 millions de fois moins radioactif que l'iode 131 dont la période n'est que de 8 jours et qui a été le principal responsable des cancers de la thyroïde de Tchernobyl. Or le public imagine souvent que les deux iodures sont les mêmes et ont les mêmes conséquences radiologiques !

Les déchets actuels de haute activité et à vie longue (HAVL), composés de produits de fission et d'actinides mineurs inclus dans du verre, doivent être refroidis pendant quelques dizaines à une centaine d'années. Ils sont entreposés en surface, sous surveillance, sans qu'on ait jamais observé de conséquence sur la santé publique.

**La pratique actuelle d'entreposage industriel en surface est globalement satisfaisante, même si elle peut être encore améliorée (par exemple en développant l'entreposage en sub-surface), et ce, aussi longtemps que la production d'électricité nucléaire continuera (dans le cas contraire les compétences disparaîtront à plus ou moins long terme).**

Dès que la puissance dégagée par les déchets devient suffisamment faible pour ne plus nécessiter de refroidissement, il devient possible de les stocker à quelques centaines de mètres de profondeur, à l'abri d'éventuelles agressions criminelles et des conséquences possibles de changements climatiques à long terme.

Le bon sens dit qu'un stockage à quelques centaines de mètres de profondeur dans un site adapté serait encore plus sûr qu'un stockage en surface ou sub-surface. **Or tout se passe comme si l'on craignait davantage un stockage en profondeur qu'un stockage en surface !** Peut-on imaginer qu'un site en surface ou en sub-surface serait plus facilement accepté qu'un site en profondeur ?

### Production de déchets

#### Ordres de grandeur

Un réacteur d'une puissance de 1000 MWe<sup>1</sup> produit environ 30 tonnes de combustibles usés par an (environ 3m<sup>3</sup>). La principale partie de ces combustibles est composée d'uranium (environ 28,7 tonnes).

Ils contiennent aussi environ 1 tonne de produits de fission dont 45 kg de produits de fission de durée de vie moyenne (césium 137 et strontium 90) et 65 kg de produits de fission à vie longue. Enfin, ils contiennent environ 300 kg de plutonium et 20 kg d'actinides mineurs (américium, curium et neptunium).

La quantité de déchets finaux à stocker dépend de la conception que l'on a de l'avenir de la filière nucléaire.

Un scénario de sortie du nucléaire conduit à envisager que la totalité des combustibles usés doit être considérée comme devant être stockée en couche géologique profonde. La pratique du retraitement et du MOx<sup>2</sup> ne change pas grand chose à la validité de cette affirmation, car, au bout du compte, il faudra stocker l'uranium de retraitement, les combustibles MOx usés et les déchets du retraitement. On voit donc qu'environ 30 tonnes de déchets de haute activité et à vie longue (HAVL) destinés à un stockage géologique seront produits chaque année par réacteur de 1000 MWe.

Dans le cas contraire, celui d'un nucléaire durable reposant sur l'utilisation future de réacteurs surgénérateurs, aussi bien l'uranium de retraitement que le plutonium doivent être considérés comme des ressources et la quantité de déchets HAVL destinée au stockage géologique est réduite

# LES DÉCHETS NUCLÉAIRES SONT-ILS GÉRABLES ?

à environ 1 tonne par an. Il faut y ajouter la production d'une vingtaine de tonnes de déchets de moyenne activité et longue durée de vie (MAVL) ayant une radioactivité totale de quelques pour cent de celle des déchets HAVL, ne dégageant pratiquement pas de chaleur, et qui sont donc beaucoup plus faciles à gérer.

On voit qu'un scénario de sortie du nucléaire conduit à devoir gérer une quantité de déchets HAVL près de 30 fois plus importante qu'un scénario de nucléaire durable. Un tel scénario exigerait aussi de prendre rapidement la décision du stockage géologique puisqu'il supposerait la disparition assez rapide des compétences nucléaires qui assurent, actuellement, la sûreté des entreposages. Une telle disparition est déjà observable dans un pays comme l'Italie. **Contrairement à ce qui s'est passé en Allemagne et en Belgique, une décision de sortie du nucléaire ne saurait donc être prise avant que le stockage géologique soit assuré. Réclamer la sortie du nucléaire et s'opposer à la réalisation d'un site de stockage géologique est incohérent, irresponsable et démagogique.**

## Comparaisons

Au niveau mondial l'électricité est produite à plus de 50 % par des centrales au charbon. Une centrale produisant 1000 MWe consomme environ 4 millions de tonnes de charbon par an. Elle produit près de 300 000 tonnes de cendres renfermant 400 tonnes de métaux lourds toxiques dont 5 tonnes d'uranium et 13 tonnes de thorium. Notons que ces radioéléments ne sont pas gérés, contrairement, bien sûr, aux éléments radioactifs produits dans le cycle nucléaire. De plus, la centrale à charbon rejette chaque année 13 millions de tonnes de gaz carbonique dans l'atmosphère.

Il est intéressant de comparer le volume des déchets nucléaires à celui des autres déchets industriels toxiques. En 1998, dans l'Union Européenne, le volume de déchets nucléaires de haute activité (HAVL) était de 150 m<sup>3</sup> (un cube de 5,3 mètres de côté)<sup>3</sup>, le volume total des déchets nucléaires, y compris ceux de faible activité était de 80 000 m<sup>3</sup> (un cube de moins de 43 mètres de côté), celui des déchets industriels toxiques de 10 millions de m<sup>3</sup> (un cube de 215 mètres de côté) et celui de tous les déchets industriels de 1 milliard de m<sup>3</sup> (un cube de 1 kilomètre de côté).

Les gestions des déchets industriels toxiques et des déchets nucléaires à court ou long terme sont difficilement comparables mais on peut noter des cas d'intoxication graves au plomb ou au mercure, même dans les pays développés, alors que dans ces mêmes pays on n'a jamais rapporté de cas d'exposition aux rayonnements ayant entraîné des conséquences significatives pour le public du fait de la gestion des combustibles usés ou des déchets de retraitement.

## Le stockage en site géologique profond

Aussi longtemps qu'ils restent confinés sous terre, dans le site de stockage géologique, les déchets nucléaires ne présentent aucun danger pour le public. C'est la contamination des eaux superficielles par des radionucléides à vie longue qui peut constituer un risque pour le futur. Pour qu'une telle contamination se produise il faut :

- D'abord que les conteneurs des déchets soient endommagés par une corrosion aqueuse, un processus qui devrait durer au moins 10 000 ans.
- Que les éléments radioactifs soient progressivement dissous dans l'eau. Pour ceux contenus dans les verres ce processus durerait plusieurs centaines de milliers d'années. Certains éléments comme le plutonium et l'américium sont, d'ailleurs, très peu solubles dans l'eau ce qui étale dans le temps le processus de dissolution.
- Que les éléments radioactifs soient transportés par l'eau hors de la couche géologique de stockage. Dans l'argile cela a lieu par un processus de diffusion qui est très lent. Typiquement pour un site comme celui de Bure ce processus durerait entre quelques centaines de milliers d'années pour les éléments les plus mobiles (iode<sup>4</sup>, technétium 99, niobium 94) et beaucoup plus pour les moins mobiles (plutonium, uranium).
- Que les éléments radioactifs passent dans la nappe phréatique de surface, ce qui est assez rapide en comparaison avec les processus précédents. A ce stade, les radionucléides les plus radioactifs, césium 137, strontium 90 et les principaux transuraniens (plutonium, américium et curium) auront disparu depuis longtemps ! Le neptunium lui-même, très faiblement radioactif, est très peu soluble dans les eaux souterraines et peu mobile.

# LES DÉCHETS NUCLÉAIRES SONT-ILS GÉRABLES ?

Une faible couche d'argile de quelques mètres d'épaisseur suffirait à ce qu'il ne puisse jamais revenir en surface. Or la couche d'argile du site de l'Est de la France a 150 mètres d'épaisseur ! Pratiquement, seul l'iode 129, très peu radiotoxique, devrait se retrouver dans les nappes phréatiques en liaison avec le site de stockage après quelques centaines de milliers d'année.

## Risques pour la population

La règle fondamentale de sûreté imposée par les autorités de sûreté pour un stockage géologique recommande que l'augmentation de l'exposition des populations les plus exposées à tout moment du futur, n'excède pas le dixième de la radioactivité naturelle. Pour un stockage bien conçu<sup>5</sup>, toutes les simulations de retour des radionucléides à la biosphère effectuées montrent que cette limite ne devrait jamais être atteinte sauf, éventuellement, en cas d'intrusion volontaire dans le site de stockage, et ce pour les intervenants eux-mêmes<sup>6</sup> (cf. figure). Les riverains des sites de stockage géologique et leur descendance ne risquent rien après la période des transports nécessaires à la mise en place des déchets dans le stockage pendant laquelle des incidents sont possibles. Il reste à comprendre pourquoi cette innocuité du stockage géologique est aussi largement mise en doute dans les médias et le public. Sans doute les organisations institutionnelles n'ont-elles pas suffisamment informé le public sous prétexte qu'elles ne possédaient pas les évaluations définitives de risque. Avec une telle attitude du GIEC<sup>7</sup>

nous en serions toujours à nous demander si le réchauffement climatique est une réalité.

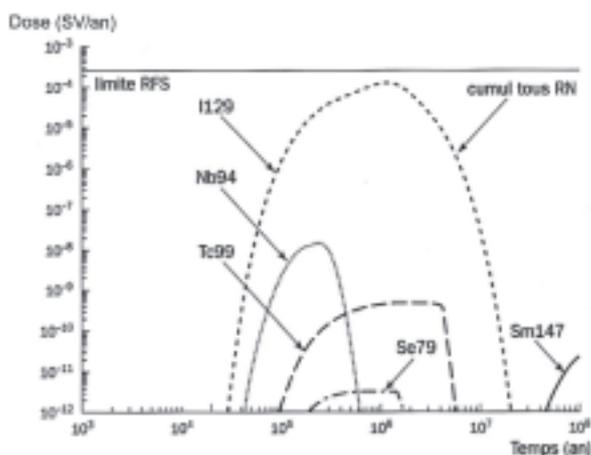
## Risques pour l'environnement

Alors qu'il ne fait plus de doute que les activités humaines sont responsables de la disparition de nombreuses espèces animales, il est impossible de trouver un cas de disparition imputable à l'exploitation de l'énergie nucléaire. Bien plus, même dans les cas extrêmes de contamination radioactive comme lors des essais atmosphériques d'armes ou la catastrophe de Tchernobyl, les biotopes ont assez rapidement retrouvé leur état initial alors même que la radioactivité résiduelle restait notable. D'une façon générale, une quelconque influence sur la biosphère de la production d'électricité nucléaire ne pourrait être envisagée que si l'augmentation de la radioactivité moyenne qu'elle pourrait entraîner dépassait la valeur de la radioactivité naturelle. En France, l'augmentation moyenne de la radioactivité ambiante due à la production d'électricité nucléaire est 5000 fois plus faible que la radioactivité naturelle. Par ailleurs, l'activité de la totalité des déchets produits pendant 50 ans de fonctionnement du parc de réacteurs français en absence de retraitement ne représenterait, au bout de 1000 ans, que le millième de l'activité de la croûte terrestre française<sup>8</sup>, ce qui signifie que, même dans le cas extrêmement improbable où toute l'activité du dépôt serait relâchée dans l'environnement, l'augmentation de la radioactivité moyenne resterait très faible.

## La séparation-transmutation

Dans le cadre d'un nucléaire durable mettant en œuvre des réacteurs surgénérateurs (comme l'est le réacteur Phénix et l'était le réacteur Super-Phénix), la séparation du plutonium et de l'uranium des combustibles usés est une nécessité. C'est d'ailleurs cette nécessité qui a justifié la construction de l'usine de La Hague. Après séparation et mise en réacteur, le plutonium subit la fission ou, plus rarement, est transmuté en américium. L'uranium, quant à lui est transmuté en plutonium. De leur côté les produits de fission et les actinides mineurs (neptunium, américium, curium) sont vitrifiés. Les verres de retraitement sont destinés au stockage géologique. Le développement des réacteurs surgénérateurs ayant été arrêté, l'usine de La Hague a été utilisée pour fournir le plutonium des combustibles MOx chargés dans certains réacteurs REP. Cette pratique permet d'économiser de l'uranium enrichi et n'entraîne qu'un modeste surcoût du kWh<sup>9</sup>. De plus, les compétences acquises grâce à l'usine de La Hague représentent un atout industriel de première grandeur pour l'avenir du nucléaire. Les dimensions du stockage géologique sont essentiellement déterminées par le dégagement de chaleur des colis de déchets de haute activité. La réduction des dimensions du stockage pour en diminuer le coût est une motivation supplémentaire pour adopter une stratégie de séparation-transmutation. La seule extraction du plutonium permet de diviser par deux la charge thermique. Pour diminuer la charge thermique pendant le premier siècle de stockage, il pourrait être économiquement intéressant de séparer le césium et le strontium et de les entreposer sur une longue durée pour décroissance<sup>10</sup>. La séparation et la transmutation de l'américium dans des réacteurs spécialisés ou dans les réacteurs surgénérateurs permettraient de gagner deux ordres de grandeur sur la charge thermique de déchets, et donc, une réduction comparable de la surface du site de stockage.

En conclusion, **séparation et transmutation ne sont pas des préalables à la mise au point d'une gestion satisfaisante des déchets nucléaires, mais pourraient en réduire notablement le coût.** Par contre l'extraction du plutonium<sup>11</sup> est une nécessité pour le développement d'un nucléaire durable basé sur des réacteurs surgénérateurs.



*Exemple représentatif de calcul des doses de radioactivité reçues par les populations les plus exposées, en fonction du temps.*

## La question du financement de la gestion des déchets

En l'état actuel, le budget de l'Andra, qui est chargée du stockage définitif des déchets nucléaires est abondé par les producteurs, essentiellement par EDF et AREVA. On peut se poser la question, comme l'a d'ailleurs fait l'OPECST, de savoir si cette solution reste fiable et valable dans le contexte de libéralisation du marché de l'électricité.

Il est aussi légitime de s'interroger sur le financement des recherches sur la séparation-transmutation. A cet égard, « Sauvons le Climat » considère que les pistes suggérées dans le récent rapport de MM. Bataille et Birraux<sup>12</sup> sont particulièrement intéressantes.

*Texte réalisé sous la seule responsabilité de Sauvons Le Climat.*

<sup>1</sup> Les réacteurs à eau pressurisée (REP) français ont des puissances de 900, 1300 et 1450 MWe.

<sup>2</sup> Combustible constitué d'un mélange d'oxyde d'Uranium et d'oxyde de Plutonium.

<sup>3</sup> En toute rigueur il faudrait tenir également compte des conteneurs et de blindages obligatoires dans le cas de déchets HAVL.

<sup>4</sup> Actuellement, l'iode 129 est rejeté en mer à plus de 90% lors du retraitement des combustibles, à la fois parce qu'il est très faiblement radioactif et parce qu'il se dilue dans l'iode naturel beaucoup plus abondant, ce qui réduit encore les quantités d'iode radioactif susceptibles d'affecter la thyroïde. L'iode 129 ne se retrouve en quantités significatives que dans les combustibles usés non retraités. Toutefois l'exigence de rejets « nuls » à la sortie des usines de retraitement pourrait conduire à une présence accrue d'iode 129 dans le stockage.

<sup>5</sup> C'est-à-dire refermé avec soin et respectant les limites de charge thermique nécessaire pour assurer le maintien des qualités de la couche géologique.

<sup>6</sup> Voir par exemple H.Nifenecker et G.Ouzounian in « L'énergie de demain », EDP Sciences, 2005, p.429 et seq. La figure 1 est un exemple typique des doses auxquelles pourraient être soumises les populations les plus exposées.

<sup>7</sup> Groupement Intergouvernemental d'Etude du Climat.

<sup>8</sup> On suppose que les déchets sont enfouis à 500 mètres de profondeur et on calcule l'activité du premier kilomètre de croûte terrestre.

<sup>9</sup> Environ 5 % selon le rapport Charpin, Dessus, Pellat.

<sup>10</sup> L'entreposage reste sous surveillance pendant au maximum trois cents ans. Le stockage en site géologique a vocation à pouvoir être « oublié » en toute sécurité.

<sup>11</sup> Nous ne considérons ici que la filière de surgénération à partir de l'Uranium. Une autre filière, à partir du Thorium, pourrait présenter de l'intérêt mais tout y est à faire.

<sup>12</sup> « Une loi en 2006 sur la gestion des déchets radioactifs » par C.Bataille et C.Birraux, OPECST, 16 mars 2005.

Contact :

Sauvons le climat

[www.sauvonsleclimat.org](http://www.sauvonsleclimat.org)

M. Hervé Nifenecker

49 rue Séraphin Guimet 38220 VIZILLE

e-mail : [webmaster@sauvonsleclimat.org](mailto:webmaster@sauvonsleclimat.org)

Tél. : 04 76 68 08 10