

# Energy AND Security

AN IEER PUBLICATION

[IEER | Énergie et Sécurité No. 34](#)

## **L'évacuation des déchets à haute activité et à vie longue en France : une évaluation de l'IEER**

No. 34, 2006

- 
- [L'évacuation des déchets à haute activité et à vie longue en France : une évaluation de l'IEER](#)  
– par Arjun Makhijani et Annie Makhijani
  - [Une propension à nuire : les effets sanitaires des complexes nucléaires militaires](#)  
– par Arjun Makhijani
  - [Commentaires de lecteurs d'Énergie & Sécurité](#)
  - [J'ai Rêvé d'Une Bombe](#)  
– par Omar McCray

---

*Crédits pour ce numéro:*

- Traduction: Annike Thierry, avec la collaboration de: Jean-Luc Thierry et Annie Makhijani.
- Rédactrice en chef: Lisa Ledwidge.
- La version anglaise de ce numéro, *Science for Democratic Action* v. 13, no. 4, a été publiée en janvier 2006.

---

# L'évacuation des déchets à haute activité et à vie longue en France : une évaluation de l'IEER

Par Arjun Makhijani et Annie Makhijani<sup>1</sup>

---

La France est souvent citée en exemple par les partisans de l'énergie nucléaire aux États-Unis et ailleurs en matière de développement énergétique, non seulement parce qu'elle retire presque 80 pour cent de son électricité des centrales nucléaires, mais aussi parce qu'elle traite la plus grande partie de son combustible usé pour en extraire le plutonium et le réutiliser comme combustible. Pourtant, la France possède un volume considérable de déchets à haute activité et à longue durée de vie qui sont destinés à l'enfouissement dans site de stockage géologique profond, notamment des déchets vitrifiés hautement radioactifs issus du retraitement, du combustible uranium usé non retraité, du combustible MOX (mixed oxide) usé non retraité, et certains autres déchets à vie longue présentant une activité spécifique inférieure.<sup>2</sup> Le combustible MOX usé résulte de l'utilisation du plutonium de retraitement comme combustible nucléaire.

La loi française de 1991 sur les déchets nucléaires fait obligation, entre autres choses, d'une recherche sur l'évacuation dans des formations géologiques profondes. En 2003, l'IEER (Institute for Energy and Environmental Research) a été retenu par le Comité local d'information et de suivi (CLIS) de Bure pour procéder à une évaluation du programme français de recherche sur le stockage géologique des déchets de haute activité. Le CLIS est un comité officiel de représentation des parties intéressées, constitué d'élus locaux et nationaux et de représentants associatifs.<sup>3</sup> Il est financé par l'Etat français, pour fournir une contribution et un avis concernant le processus de caractérisation et de recherche sur le site.

Le site actuellement étudié par l'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs), est situé près de Bure, un village de l'Est de la France, non loin des frontières allemande et suisse. (Voir la carte dans *Énergie & Sécurité* n° 10, sur le web : <http://ieer.org/article/energy-security/radioactive-waste-management-russia/>.) La zone est connue sous le nom de région Meuse/Haute-Marne, du nom des deux rivières qui la traversent, la Meuse et la Marne. Le site de Bure est l'équivalent français du site américain de Yucca Mountain. C'est le seul site actuellement étudié en France, depuis la suspension des études sur des sites granitiques en 2000 à la suite de l'importance de l'opposition locale. Il est intéressant de remarquer que la recherche américaine sur les sites granitiques a été suspendue en 1986, vraisemblablement à la suite de l'opposition politique qui s'est manifestée,<sup>4</sup> après quoi Yucca Mountain a été désigné comme site unique.

**À l'Intérieur de la « Niche Expérimentale » du Laboratoire de Recherche Souterrain de l'ANDRA**



À l'intérieur de la « niche expérimentale » du laboratoire de recherche souterrain de l'ANDRA, l'agence française de gestion des déchets nucléaires. Le laboratoire lui-même, actuellement en cours de construction à Bure (France), sera utilisé pour évaluer la faisabilité d'un site de stockage géologique profond dans la région. Une équipe de scientifiques, sous la direction de l'IEER, a réalisé une évaluation indépendante du programme de recherche de l'ANDRA sur un site de stockage. (Crédit photo : Véronique Paul, Graphix images / Andra)

L'objet du projet de l'IEER était d'évaluer le programme de recherche de l'ANDRA relatif à la caractérisation du site. Dans la mesure où l'objectif est de confiner des déchets pour des périodes qui s'étendent sur des centaines de milliers d'années (jusqu'au moment de la dose la plus élevée), le programme de recherche sur les barrières ouvragées, le contexte géologique et la combinaison de ces deux facteurs doit présenter un caractère de robustesse et d'exhaustivité suffisant pour fournir des prévisions fiables. L'IEER n'a pas été chargé de déterminer si le site pouvait convenir au stockage de déchets de haute activité. Le but primordial du projet était de déterminer l'adéquation du programme de recherche pour la formulation d'un avis fiable sur la performance du système proposé à la fin de la recherche. S'il apparaissait que le programme de recherche de l'ANDRA présentait des lacunes à certains égards, l'IEER avait pour tâche

d'émettre des recommandations pour améliorer le programme, de manière à ce qu'un avis fiable puisse être formulé quant à la faisabilité de l'utilisation du site pour le confinement géologique de déchets de haute activité.

Nous donnerons une synthèse de cette évaluation dans cet article, dans la mesure où les principes de l'évaluation d'un système de confinement géologique sont partout les mêmes. Les membres du public intéressés dans d'autres pays, tout comme des agences chargées de la caractérisation de sites, peuvent trouver dans le processus d'évaluation de l'IEER et ses résultats une information utile pour leur propre situation.

### **Le système de confinement**

C'est par la contamination de l'eau pour la boisson, l'irrigation ou d'autres usages, pouvant aboutir à une ingestion de radionucléides, que l'évacuation de déchets nucléaires dans un site géologique profond pourrait principalement affecter les populations jusque dans un lointain futur. La menace vient de radionucléides à très longue durée de vie, avec des demi-vies de milliers voire de millions d'années.

Aucun programme d'enfouissement n'a jamais prétendu qu'il était possible d'isoler parfaitement les déchets de l'environnement humain (à commencer par la nappe phréatique et les eaux de surface). L'objectif est donc de limiter le pic de dose à des niveaux considérés comme socialement acceptables aujourd'hui, telles qu'ils apparaissent dans les normes de radioprotection actuelles. Ordinairement, on prévoit que le pic de dose interviendra dans plusieurs centaines de milliers d'années.

Les textes de référence français sur la recherche exigent que le pic de dose soit limité à 25 millirems par an. La norme américaine de l'EPA (Agence de protection de l'environnement) pour Yucca Mountain limite cette dose à 15 millirems par an pour les premières 10 000 années, c'est-à-dire bien avant le moment prévu pour le pic de dose. Cette limite de temps bien inférieure au moment où le pic de dose est supposé intervenir a été annulée par une cour fédérale, dans la mesure où elle était explicitement en divergence avec une recommandation émise par une étude du Conseil national de la recherche (NRC) qui se prononçait en faveur d'une limitation en fonction du pic de dose.<sup>5</sup>

### **Un système de confinement géologique est composé :**

- d'une excavation souterraine en profondeur, creusée à l'intérieur d'un contexte géologique approprié (« roche hôte ») ;
- de colis de déchets qui sont constitués des matériaux dans lesquels les déchets radioactifs sont enrobés et conditionnés ;
- d'autres barrières ouvragées autour des colis de déchets visant à retarder le mouvement des radionucléides à partir du moment où ils s'échappent des colis ;
- des matériaux utilisés pour remblayer et sceller la zone d'excavation une fois que les

déchets y ont été mis en place ;

- du système géologique avoisinant (« champ lointain ») qui retarde le mouvement des radionucléides une fois qu'ils se sont échappés des colis de déchets et d'autres barrières en « champ proche » ;

Une évaluation de la performance d'un système de confinement géologique consiste donc à comprendre les propriétés de chacune de ces composantes et surtout leur interaction pendant des périodes prolongées, pour atteindre les objectifs de limitation de doses d'irradiation pendant des centaines de milliers d'années. La recherche sur la caractérisation d'un site et du système de confinement correspondant doit s'assurer que les données nécessaires sont réunies concernant le site, que des expérimentations sont conduites sur les colis de déchets et les autres matériaux comme les scellements, à la fois en laboratoires et in situ, et qu'un modèle satisfaisant pour l'évaluation de la performance, validé par des données réelles, est mis en place.

### **Évaluation de la recherche en vue d'un site de stockage**

L'un des problèmes cruciaux auxquels est confrontée la recherche tient au fait que le modèle doit évaluer la performance non pas du cadre naturel, mais d'un système géologique considérablement perturbé par une excavation importante, pouvant entraîner des fractures absentes à l'origine, par l'introduction de déchets (thermiquement) chauds, et par l'ajout de différents matériaux de remblai et de scellements. *Par conséquent, le système qui est modélisé n'est plus celui du système géologique d'origine mais un système profondément perturbé.* (La zone perturbée est appelée la « zone endommagée par l'excavation » (Excavation Damaged Zone) ou EDZ en abrégé). De plus, étant donné les longues périodes étudiées, le changement climatique ainsi que l'impact éventuel d'une intrusion humaine délibérée ou involontaire, après la perte de la mémoire institutionnelle, doivent également être pris en compte. L'évaluation, avec un certain niveau de certitude, de la performance d'un système dans ces conditions doit surmonter des difficultés qui, à certains égards, n'ont pas d'équivalent en matière de recherche scientifique.

Dans le cas particulier du site de Bure, la roche hôte est de l'argilite, une roche dure consistant en minéraux argileux, carbonates (surtout calcites), et quartz. La roche intacte n'est pas très poreuse, ce qui permet d'envisager un écoulement diffusif en l'absence de fractures et en l'absence de perturbation induite par le creusement. Un tel écoulement serait très lent et on pourrait s'attendre à des temps de parcours très longs pour les radionucléides rejetés par les colis de déchets.

Toutefois, l'évaluation réalisée par l'équipe de l'IEER (1) des documents, (2) des propriétés de l'argilite dans certaines conditions de chaleur et d'humidité, et (3) de la recherche effectuée pour modéliser la performance du site a fait apparaître que les conditions réelles dans un site d'enfouissement pourraient être très éloignées d'un écoulement diffusif. La défaillance de certaines composantes, notamment des scellements du stockage, pourrait déboucher sur un transport rapide (en termes géologiques) des radionucléides jusqu'à l'environnement humain.

Selon l'estimation de ANDRA elle-même, dans cette situation de défaillance du scellement, la

dose dépasserait la limite admissible de 0,25 millisieverts (25 millirems) par an. Dans ce contexte, l'IEER est parvenu à la conclusion que le scénario de l'ANDRA pour l'exposition humaine n'était pas nécessairement pénalisant, au sens où les doses reçues par une famille d'agriculteurs en autarcie (appelée également « famille d'agriculteurs en autoconsommation ») utilisant les eaux souterraines de certains emplacements, pourraient être supérieures. Ce résultat et d'autres aspects de l'évaluation par l'IEER du programme de recherche de l'ANDRA ont conduit à un certain nombre de recommandations globales ou détaillées pour le programme de recherche.

La conclusion globale de l'IEER a été qu'un jugement concernant la faisabilité de la construction d'un système de confinement géologique était prématuré début 2005, et que de nombreuses années de recherche seraient encore indispensables avant de pouvoir formuler un avis scientifiquement fondé. En décembre 2005, l'ANDRA préparait sa recommandation concernant la suite des travaux sur le site et le Parlement français devrait se pencher sur le statut du site et la poursuite de la recherche en 2006. L'IEER ne s'est pas prononcé en faveur d'une poursuite ou d'un arrêt des recherches, mais a formulé ses propres recommandations concernant le programme de recherche qui devrait être poursuivi dans le cas où le Parlement déciderait d'autoriser la poursuite des travaux sur le site.

L'équipe de l'IEER<sup>6</sup> a évalué les domaines suivants, en fonction de leurs implications pour la recherche sur le confinement géologique :

- Le changement climatique, l'intrusion humaine, le choix des scénarios s'intéressant aux personnes qui seraient exposées dans l'avenir, et les méthodes visant à faire des estimations de performance plus solides par rapport aux importantes incertitudes.
- La mécanique des roches, notamment des essais pour déterminer la nature des dommages causés par l'excavation en grande profondeur et le programme de recherche nécessaire aux essais de matériaux et aux méthodes permettant le scellement du stockage après la mise en place des déchets.
- Les aspects thermiques, notamment la modélisation, la recherche en laboratoire et in situ nécessaire aux essais sur les effets sur des galeries de la mise en place de déchets à haute température, les fissures secondaires et les effets d'une ébullition localisée de l'eau causée par la chaleur des déchets.
- Le terme source, la matrice des déchets et la géochimie en champ proche, portant sur les différents types de déchets dont l'enfouissement est envisagé.
- Les aspects hydrogéologiques, notamment la nature de l'écoulement d'eau prévu dans la roche intacte et la roche endommagée, et la détermination de la taille et du nombre des fractures dans la roche hôte.
- La recherche minéralogique nécessaire à la caractérisation du passé géologique du site.
- Les questions sismiques, notamment les critères et la nature de la recherche nécessaire à

la détermination des séismes de référence.

L'IEER a présenté son rapport final au CLIS en janvier 2005. Veuillez noter que tous les éléments ci-dessous se réfèrent à l'état des travaux de l'ANDRA en janvier 2005.

### Schéma du Laboratoire de Recherche Souterrain à Bure

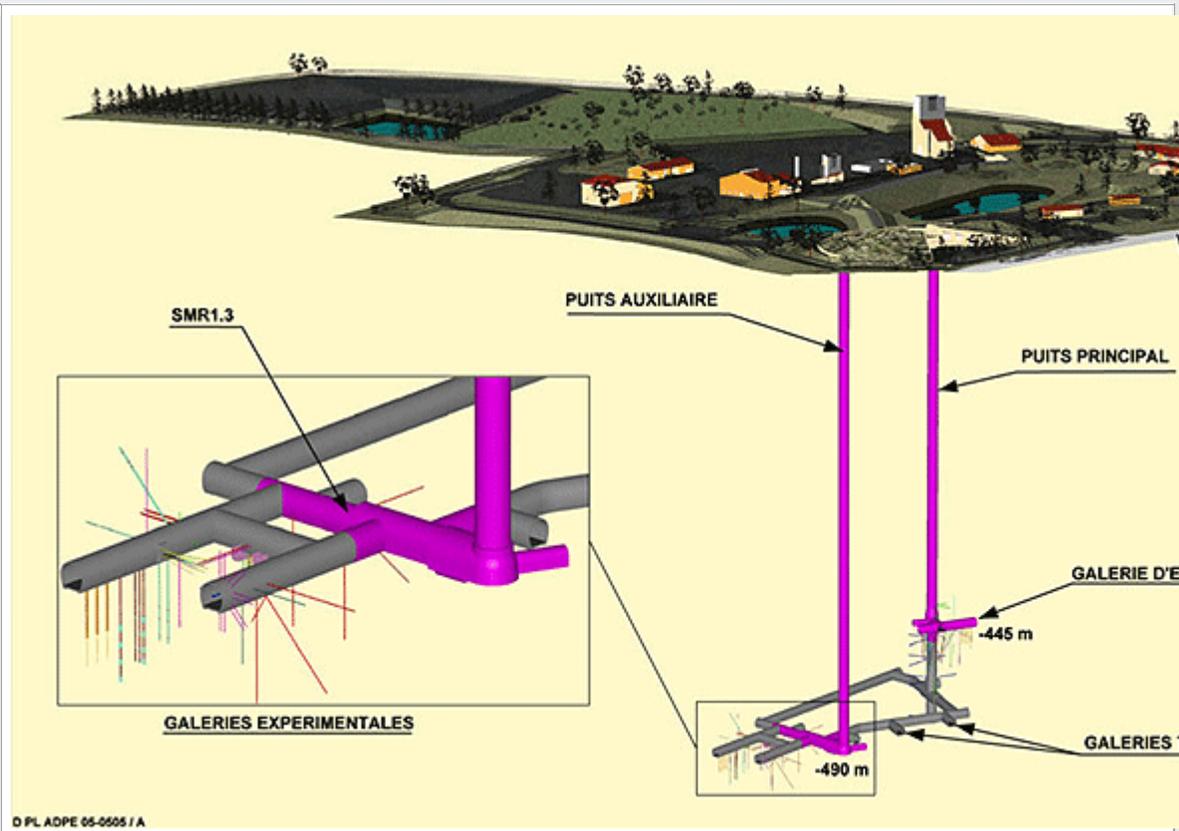


Schéma du laboratoire de recherche souterrain à Bure, indiquant également la niche expérimentale. La fin de la construction du laboratoire souterrain est prévue pour mars 2006. De nombreuses expériences se déroulent déjà dans le laboratoire. (Crédit photo : ANDRA)

Une des raisons pour lesquelles les estimations de doses dans l'un des scénarios étaient élevées tenait au fait que l'ANDRA suppose que des quantités relativement importantes de radionucléides s'échapperaient des colis de déchets. À ce stade, une décision pourrait être prise pour renforcer la recherche sur les colis, notamment sur l'adoption de nouveaux concepts de colis qui seraient beaucoup plus durables, du type de ceux retenus par le programme de confinement géologique suédois. Ces derniers visent à ce que les conteneurs de déchets durent un million d'années dans des conditions hydrogéologiques spécifiées. Dans ce cas, les conteneurs eux-mêmes permettraient un confinement des déchets et réduiraient les doses d'irradiation dans un futur éloigné. La roche hôte sert de solution de secours par rapport au système des colis de déchets. Elle fournit une certaine sécurité par rapport à une non-conformité,

dans l'éventualité où le processus d'estimation serait incorrect ou si les conditions futures diffèreraient de celles retenues dans les modèles.

L'approche de la redondance, dans laquelle un système géologique sert de solution de secours par rapport au système de confinement artificiel, servirait également à atténuer les effets du changement climatique, dans l'éventualité où celui-ci s'avèrerait plus grave que prévu. Dans une première phase de ses travaux, l'ANDRA a suivi l'approche de redondance évoquée ici, mais elle l'a abandonnée par la suite. L'écoulement de l'eau a fourni un autre exemple d'un domaine dans lequel le cadre initial ou les premières hypothèses pourraient empêcher les options de recherche nécessaires. Par exemple, l'hypothèse de l'ANDRA d'un régime dominé par la diffusion (transport très lent des radionucléides) pourrait empêcher toute analyse de l'importance éventuelle d'un flux d'advection dans une représentation d'un réseau de fracture de la roche hôte.

L'équipe de l'IEER a consacré une partie importante de sa réflexion à la structure de prise de décision scientifique dans le programme. Quel est, par exemple, le processus permettant à un programme de conclure qu'un site est inadapté ou qu'une méthode de conception des colis de déchets doit être révisée ? Il est peu probable que des données valables soient disponibles, dans les premières étapes du programme de caractérisation d'un site, pour déterminer lequel des différents modèles conceptuels du site est le plus approprié (par ex, le flux dans la formation hôte est-il dominé par l'advection ou la diffusion ?). Dans le cas où des modèles alternatifs ne peuvent être exclus, et particulièrement quand certaines alternatives ont des implications très différentes sur les performances, il est important de les soumettre au processus itératif décrit dans la figure. En particulier il est important que des priorités soient établies pour les activités de caractérisation du site, en vue de déterminer parmi les alternatives celle qui est applicable.

Sur le site de Bure, de nombreux aspects essentiels de la caractérisation du site, qu'il s'agisse des essais avec éléments chauffants ou de la caractérisation de l'EDZ dans la roche hôte, n'avaient pas encore été abordés en janvier 2005. De ce fait, l'évaluation de l'IEER a conclu que le programme de recherche de l'ANDRA spécifique au site, est actuellement dans une phase préliminaire qui nécessitera un travail itératif considérable avant de pouvoir déterminer, sur des bases scientifiques solides, le caractère approprié du site, voire même sa faisabilité. Le rapport de l'IEER a cherché à spécifier les types des recherches qui devraient être effectués dans le cadre de ce processus itératif.

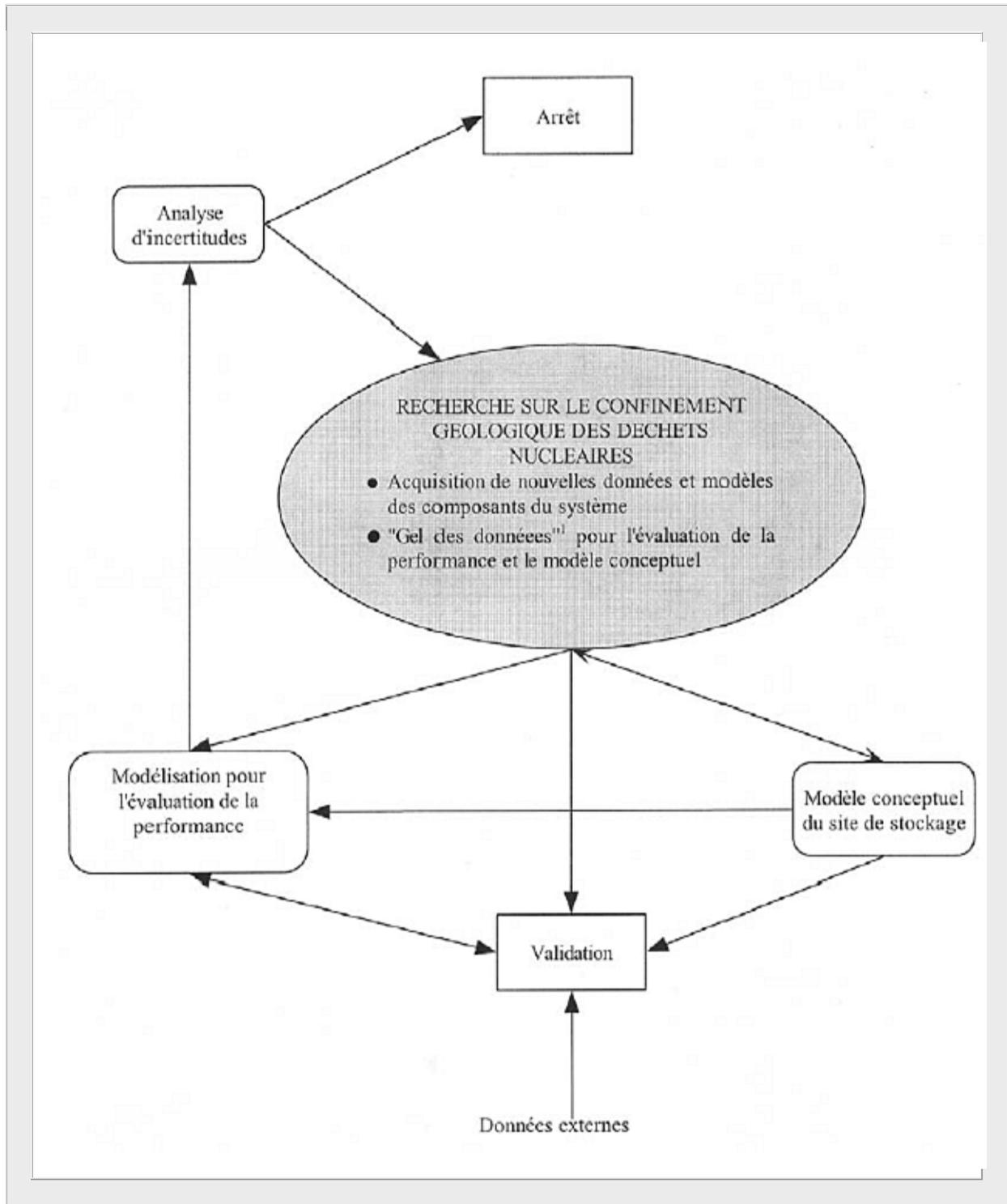
Le processus itératif de caractérisation et d'évaluation doit se poursuivre au moins jusqu'à l'étape de la demande d'autorisation pour la mise en place des déchets dans l'installation construite. La raison étant que le processus de construction lui-même peut révéler des propriétés de la roche hôte ou de l'EDZ qui n'étaient pas apparues jusque là, à moins bien sûr qu'une caractéristique du site qui interdirait tous les modèles conceptuels raisonnables ait été identifiée à une étape antérieure.

Dans tout programme d'investigation sur un site, des décisions sont prises, par phases successives, soit pour poursuivre les activités sur le site avec le concept d'origine ou un concept modifié, soit pour abandonner le site et recommencer depuis le départ. À mesure que le pétitionnaire poursuit son travail de recherche sur le site, les investissements liés au site

augmentent significativement. L'importance des investissements tend à devenir un facteur dans les décisions d'investir plus encore, dans la mesure où le désir de conserver un site augmente proportionnellement aux moyens matériels et aux avis d'experts qui ont été mobilisés pour la recherche sur l'aptitude du site à recevoir les déchets. Cette tendance risque d'être encore plus marquée si, parallèlement, aucune caractérisation n'est effectuée sur un autre site à titre de comparaison. Une propension à « geler » une étude ou un modèle conceptuel lors de l'apparition de problèmes dans l'évaluation des performances pourrait avoir un effet négatif important dans la définition des phases ultérieures de la caractérisation d'un site pour tout programme de site d'enfouissement. Une évaluation scientifique périodique, dont le mandat prévoirait la possibilité d'émettre un jugement scientifique sur les avantages techniques de la poursuite des recherches sur un site, pourrait réduire les risques d'échecs et, à l'inverse, le risque qu'un site inadapté soit choisi pour l'enfouissement du fait des moyens qui y ont été investis.

L'équipe de l'IEER a préparé un organigramme (Figure 1) des différentes étapes de la recherche sur un site de stockage géologique, en insistant sur les aspects itératifs du processus. Il faut s'attendre à plusieurs cycles de recherche dans un projet complexe, avec une évaluation globale préparée à l'issue de chacun de ces cycles, à partir d'un ensemble cohérent de données issues d'une phase bien identifiée de la recherche (principe de « gel des données »). Le diagramme fait également apparaître l'endroit où la recherche peut être arrêtée à chacune des phases itératives si le site s'avérait inadapté.

**Figure 1. Organigramme conceptuel pour l'évaluation d'un système de confinement géologique.**



## Principales Conclusions Générales

Le programme de recherche de l'ANDRA est excellent dans certains domaines, satisfaisant dans d'autres, et il est insuffisant ou laisse à désirer dans d'autres cas.

- 1) Dans plusieurs domaines précis, comme la caractérisation du terme source, la mécanique des roches ou la recherche générale sur le changement climatique (le programme BIOCLIM), le programme de recherche de l'ANDRA, tel qu'il est effectué ou envisagé, fait appel aux connaissances les plus récentes.
- 2) Il existe des structures institutionnelles qui assurent la supervision scientifique du travail de l'ANDRA. C'est une garantie importante. Le fait que le CLIS, un organisme constitué dans le cadre de la loi française sur les déchets nucléaires, dispose de la possibilité de commander son propre rapport d'évaluation indépendant, assure un niveau supplémentaire de surveillance indépendante. De fait, comme cette évaluation a été mise en œuvre en dehors du cadre d'un organisme constitué par l'ANDRA ou le gouvernement français, elle peut être considérée comme représentant un niveau de surveillance indépendante inhabituel dans le cas des programmes de sites d'enfouissement.
- 3) Le programme de recherche de l'ANDRA n'est pas suffisamment transparent pour permettre d'émettre des avis indépendants sur de nombreux aspects de ce programme dans les délais impartis.
- 4) Bien que les évaluations préliminaires de l'ANDRA figurant dans le Dossier 2001 Argile\* pour l'utilisation d'un faible coefficient de diffusion fassent apparaître un respect de la recommandation de limite de dose, il n'en est pas de même pour le scénario « altéré ». Plus précisément, la limite de dose pourrait ne pas être respectée en cas de défaillance des scellements, ce qui indique une dépendance excessive par rapport à un seul élément du système de confinement. Ceci montre que l'ANDRA doit accorder plus d'attention à l'aspect terme source de son programme en tant qu'élément de son modèle conceptuel. Dans l'ensemble, l'évaluation de la performance, même dans les étapes initiales d'estimation méthodologique, doit être suffisamment solide en ce sens qu'elle dépend de multiples barrières et de multiples raisonnements.
- 5) L'ANDRA doit encore effectuer une quantité considérable de travaux de recherche fondamentaux sur la roche hôte du site dans un certain nombre de domaines. Dans certains secteurs l'ANDRA n'a pas même formulé de programme détaillé, par exemple en ce qui concerne la recherche sur la forme des déchets in situ.
- 6) Une évaluation de performance scientifiquement fondée, visant à déterminer la faisabilité de la construction d'un site de stockage avec confinement géologique sur le site de Bure, n'est pas possible en l'état actuel des recherches. De nombreux éléments déterminants du programme de recherche sont incomplets sur des aspects essentiels ou n'ont pas même été entrepris. Par exemple, avant qu'un tel avis puisse être considéré comme scientifiquement fondé, l'ANDRA aura à traiter des aspects comme :
  - a) la recherche sur les scellements à l'intérieur de la roche hôte après une caractérisation in situ de cette roche
  - b) une caractérisation des petits réseaux fracturés et des plans de stratification qui pourraient être importants pour la création d'une évaluation réaliste de l'EDZ
  - c) la production de gaz en relation avec les fractures

En outre, les recherches sur la mécanique des roches et la charge thermique présentent de nombreux aspects lacunaires ou absents. Il s'agit là d'un problème crucial dans le programme de recherche de l'ANDRA, étant donné le rôle central que devrait jouer l'EDZ et sa cicatrisation dans l'évaluation de la performance. Pour réduire les incertitudes sur la performance, il faudrait beaucoup plus de recherches dans ces domaines et, à certains égards, les aspects détaillés de cette recherche devraient prendre des formes différentes de celles qui sont actuellement prévues par l'ANDRA (par exemple dans le domaine des scellements). Beaucoup de travail reste à faire sur le couplage de divers éléments détaillés, par exemple dans le couplage des fractures induites par l'EDZ avec les fractures naturelles, et dans celui du terme source avec la géochimie en champ proche.

\* Dossier 2001 Argile, sur l'avancement des études & recherches relatives à la faisabilité d'un stockage de déchets à haute activité et à vie longue en formation géologique profonde. Partie A et Partie B. *Châtenay-Malabry: Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs*, Décembre 2001.

### **Principales Recommandations Globales**

Le programme de recherche de l'ANDRA est excellent dans certains domaines, satisfaisant dans d'autres, et il est insuffisant ou laisse à désirer dans d'autres cas.

- 1) La supervision scientifique indépendante du programme de l'ANDRA doit être poursuivie dans l'éventualité où le Parlement français déciderait de poursuivre les recherches au-delà de 2006.
- 2) L'ANDRA doit mettre sur son site Internet tous les documents relatifs au programme de recherche en cours (évaluation des performances, données brutes de la carothèque, données sismiques utilisées pour caractériser le site, données de forage), aussitôt que ces données sont validées pour une utilisation en interne. Les modèles doivent être accessibles au public, accompagnés de l'ensemble des hypothèses sur les paramètres et les incertitudes, de façon à pouvoir effectuer plus facilement et plus efficacement un travail d'évaluation indépendante. Les résultats détaillés et actualisés sur les projets, le calendrier, la recherche, la modélisation et l'évaluation des performances doivent également être accessibles au public.
- 3) Étant donné les incertitudes relatives à l'évolution de l'EDZ et à ses performances, un modèle conceptuel qui suppose une réduction du terme source, par exemple, en reprenant la conception des emballages de déchets (et/ou par d'autres moyens) doit être élaboré, et un programme de recherche doit être créé sur cette base. Un programme de reprise de la conception des emballages pourrait comporter des recherches sur des emballages plus durables, des caractéristiques thermiques différentes pour le centre de stockage et une géochimie en champ proche différente. L'ANDRA ne dispose pas d'un tel programme à l'heure actuelle.

- 4) L'ANDRA doit mettre en œuvre un programme détaillé de recherche souterraine dans le laboratoire souterrain prévu au niveau de la roche hôte, dans l'horizon du site de stockage. Elle doit élaborer et présenter en détail un programme de recherche dans les domaines où aucun n'existe actuellement. Plusieurs aspects d'un tel programme de recherche souterrain, par exemple pour la poursuite d'essais avec des éléments chauffants et les tests in situ sur les interactions entre emballages de déchets et roche hôte prendront un temps considérable.
- 5) L'ANDRA doit élaborer une stratégie visant à répondre aux incertitudes dans chaque domaine particulier ainsi que dans la globalité de son programme de recherche et son évaluation de performance.

---

## LES NOTES BAS DE PAGE

<sup>1</sup> Cet article est basé sur le rapport de l'IEER intitulé *Examen critique du programme de recherche de l'ANDRA pour déterminer l'aptitude du site de Bure au confinement géologique des déchets à haute activité et à vie longue*, du 11 janvier 2005. Des extraits importants proviennent de la préface, du résumé et des recommandations principales. L'intégralité de la version française du rapport peut être consultée à l'adresse : <http://ieer.org/resource/reports/examen-critique-du-programme-de/>.

<sup>2</sup> Le système de classification des déchets français est différent de celui des États-Unis. En France, un important volume de déchets issus du nucléaire civil est destiné à une évacuation en couche géologique profonde. Aux États-Unis, la classification des déchets n'est pas aussi stricte et une catégorie beaucoup plus large de déchets peut être stockée dans un site d'enfouissement à faible profondeur.

<sup>3</sup> Les partenaires associatifs comprennent des représentants des secteurs du commerce et de l'industrie, des syndicats de salariés et des associations écologistes. L'ANDRA est également représentée. Le président du CLIS est le préfet du département de la Meuse. La mission du CLIS est d'informer le public des activités qui se déroulent dans le laboratoire et de rendre compte de la recherche qui y est menée et des résultats obtenus. Le site web du CLIS se trouve sur [www.clis-bure.com](http://www.clis-bure.com). Le site web de l'ANDRA se trouve sur [www.andra.fr](http://www.andra.fr).

<sup>4</sup> Aux États-Unis, la recherche d'un site granitique à l'Est a été suspendue deux semaines après une réunion à la Maison Blanche entre des opposants et un collaborateur de M. Bush père (alors Vice-Président), qui débutait sa campagne présidentielle et accordait probablement une priorité élevée aux électeurs du New Hampshire dans son chemin vers l'investiture. Le Département de l'Énergie a nié qu'une pression politique ait joué un rôle quelconque dans l'annulation soudaine d'un site de stockage dans l'Est. Eliot Marshall, "Nuclear Waste Program Faces Political Burial," *Science*, Vol. 233, 12 août 1986, pp. 835–836.

<sup>5</sup> En août 2005, l'EPA américaine a proposé une limite de dose de 350 millirems par an au-delà de 10 000 ans. Cette limite de dose est très supérieure à la limite de radioprotection de 100 millirems par an pour le public, couvrant la totalité des sources. Le communiqué de presse de l'IEER sur cette proposition de norme peut être consulté sur <http://ieer.org/resource/press-releases/epa-proposed-rule-on-repository-for-high-level-radioactive-waste-would-seriously-undermine-public-health/>.

<sup>6</sup> L'équipe de l'IEER était constituée de : Arjun Makhijani, Ph.D., Directeur du Projet, Professeur Jaak Daemen, Ph.D. (mécanique des roches), Professeur George Danko, Ph.D. (effets thermiques), Professeur Rod Ewing, Ph.D. (colis de déchets et caractérisation en champ proche), Detlef Appel, Ph.D. (hydrogéologie), Yuri Dublyansky, Ph.D. (minéralogie), Professeur Gerhard Jentsch, Ph.D. (séismologie), and Horst Letz, Ph.D. (séismologie). La Coordination du projet a été assurée par Annie Makhijani, qui a également apporté une assistance au projet en radiochimie et d'autres domaines. Elle a également effectué l'essentiel de la traduction de ce rapport (de l'anglais

vers le français). Une relecture de la traduction a été faite par Annike et Jean-Luc Thierry.

---

## **Une propension à nuire : les effets sanitaires des complexes nucléaires militaires**

Par Arjun Makhijani<sup>1</sup>

---

Le 29 septembre 1957, à 16 h 20, une énorme explosion a eu lieu dans une cuve contenant des déchets de haute activité, sur le site nucléaire militaire de Mayak, dans les montagnes du sud de l'Oural, en Union soviétique. Le panache de contamination a dispersé du strontium-90 et d'autres dangereux radionucléides sur une surface de plus de 15 000 kilomètres carrés, qui restent contaminés encore aujourd'hui.

Les magasins d'alimentation ont été fermés et plus de 1 000 tonnes de nourriture ont été jetées. Toute activité agricole a été interrompue pendant plus de 20 ans sur environ 60 000 hectares. Plus de 10 000 personnes ont été relogées et leurs maisons vides ont été démolies et enfouies comme des déchets radioactifs. Pourtant, aucun habitant de la région n'a reçu la moindre explication. Le gouvernement soviétique a dissimulé l'accident, et n'a reconnu la dévastation qu'en juin 1989, au moment où s'achevait la Guerre froide.<sup>2</sup>

De manière assez surprenante, l'Occident a aidé le gouvernement soviétique dans son opération de dissimulation. En 1976, le biologiste dissident soviétique Jaurès Medvedev a publié un article à propos de cet accident dans le *New Scientist*, un magazine scientifique britannique. Pourtant, plutôt que de dénoncer la dissimulation cynique du régime soviétique, le président de l'Atomic Energy Authority du Royaume-Uni, Sir John Hill, et d'autres experts britanniques ont traité cet article de « sottises » et de « science-fiction ».<sup>3</sup>

La CIA a également aidé à occulter cette information. Selon un document de la CIA de 1959, l'agence savait qu'un accident s'était produit et qu'il avait entraîné la fermeture des magasins d'alimentation. Les pénuries alimentaires qui en ont résulté ont donné lieu à des files d'attente qui « rappelaient les pires situations de pénurie de la Deuxième Guerre mondiale. » L'agence savait également que des responsables de haut niveau « portaient des petits radiamètres » alors que le public n'avait aucune protection.

Pourtant, la CIA n'a pas rendu public l'accident, alors même qu'il intervenait au plus fort de la Guerre froide et à une époque où chaque camp faisait feu de tout bois pour alimenter sa propagande. Le gouvernement américain n'a pas condamné l'Union soviétique pour sa politique de secret et de destruction des maisons sans consentement éclairé des populations. Était-ce parce que les responsables occidentaux craignaient que le public puisse poser des questions sur la possibilité d'une explosion de ce type en France, au Royaume-Uni ou aux États-Unis ?

En fait, depuis l'aube de l'ère atomique, des millions de personnes dans d'autres régions du monde ont été affectées par la fabrication des bombes et les essais atomiques. Des soldats américains, britanniques, français et soviétiques ont reçu l'ordre de participer à des manœuvres militaires nucléaires. La consommation par des enfants américains de lait contaminé par les retombées des essais nucléaires atmosphériques a accru leur risque de développer un cancer. Les conditions de travail dans les mines d'uranium en Inde sont lamentables, et qui sait quels sont les dégâts provoqués par les armes nucléaires en Chine, en Israël, en Corée du Nord et au Pakistan ?

Peu nombreux sont les États dotés d'armes nucléaires qui ont fourni des informations détaillées sur les dommages causés par leurs institutions nucléaires militaires. Ainsi, ce n'est que cette année que les informations sur les importantes retombées des essais nucléaires français en Polynésie ont commencé à apparaître publiquement. La réaction typique de ces institutions a été de nier les dommages, de dissimuler les problèmes et tout simplement d'affirmer que les obligations de sécurité nationale étaient à croire sur parole ou promulguées par décret, ou les deux.

Le problème est très loin d'être clos, même sans tenir compte des projets des États-Unis et d'autres pays nucléaires de fabriquer d'autres armes atomiques. Par exemple, les pratiques d'élimination des déchets radioactifs pendant toute la période de la Guerre froide menacent actuellement les plus importantes ressources en eau des États-Unis. Parmi ces pratiques figurent notamment le stockage, dans des cuves de déchets radioactifs liquides à haute activité issus du retraitement, qui a conduit à des fuites de millions de litres dans le sol à proximité de la rivière Columbia, et l'enfouissement de déchets plutonifères dans des fosses sans revêtement au-dessus de l'Aquifère de la Snake River Plain, le seul aquifère du sud-est de l'Idaho.

Se dérober aux questions et permettre les retombées nucléaires

On a très tôt cherché à cacher du public les informations qui pouvaient être préjudiciables pour les armes nucléaires. Le tout premier essai nucléaire, le 16 juillet 1945, a entraîné de graves retombées et des points chauds de contamination radioactive à 32 kilomètres du site. Les personnes touchées n'ont pas été informées, même après les bombardements de Hiroshima et Nagasaki, et n'ont pas non plus été évacuées. Un nuage radioactif a surplombé une bonne partie du sud-est du Nouveau Mexique dans les jours qui ont suivi l'essai, mais même 60 ans plus tard, il n'y a toujours pas eu d'enquête officielle sur les effets sanitaires de celui-ci. Le Col. Stafford Warren, un médecin de l'Armée de terre qui était responsable de la radioprotection dans le cadre de l'essai, a recommandé que de futurs essais ne soient pas effectués à moins de 240 km d'une habitation humaine. La recommandation a été ignorée, avec des conséquences tragiques.

En 1950, les États-Unis ont envisagé d'installer un site d'essais nucléaires en Caroline du Nord, à un emplacement proche de la côte qui aurait permis à la plus grande partie des retombées d'atterrir dans l'océan. Au lieu de cela, les États-Unis ont choisi d'établir un site d'essais nucléaires militaires à l'intérieur des terres, au Nevada, en sachant pertinemment qu'un emplacement à l'ouest du continent entraînerait une dispersion des retombées sur la majeure

partie du pays. Le gouvernement fédéral a mis en danger la santé de ses citoyens, essentiellement pour faciliter la vie aux experts nucléaires militaires du Laboratoire national de Los Alamos, au Nouveau Mexique, et pour éviter les difficultés politiques liées à l'acquisition par le gouvernement de propriétés privées près du littoral par expropriation pour utilité publique.<sup>4</sup>

Une fois le site opérationnel, les essais ont été menés quand le vent ne soufflait pas en direction de Las Vegas et de Los Angeles. Les conséquences ont été des retombées dispersées sur la majeure partie du reste des États-Unis. Le gouvernement a rassuré un public sceptique lui promettant de lancer une mise en garde généralisée en cas de danger. Il n'a pourtant pas fait connaître les résultats de ses recherches de 1950, qui ont montré que le lait serait contaminé par les retombées. Ces études prévoyaient que les vaches brouteraient l'herbe sur laquelle l'iode-131, un produit de fission très radioactif, se déposerait. L'iode-131 se concentrerait ensuite dans le lait. Les enfants en cours de croissance qui boiraient le lait recevraient ainsi d'importantes doses d'irradiation à la thyroïde, à l'origine d'un risque de cancer et d'autres maladies de la thyroïde.<sup>5</sup>

Au lieu de prendre en compte ces préoccupations légitimes, les militaires les ont simplement rejetées. L'opinion des milieux militaires à cette époque était que le public américain entretenait un « complexe hystérique et alarmiste » à propos de la radioactivité qui devait être corrigé, pour permettre aux États-Unis de poursuivre ses essais nucléaires. Dans des documents internes, des responsables du Département de la Défense indiquaient que ce processus de correction « devrait faire l'objet d'une rééducation sur une période de temps prolongée. » Cet objectif était directement contradictoire avec l'opinion donnée par M. Warren en juillet 1945 : la « rééducation » était censée se poursuivre jusqu'à ce que « le public accepte la possibilité d'une explosion atomique à une distance de l'ordre d'une centaine de miles [160 km] de son lieu d'habitation. » La mise en place d'un site d'essais dans la partie continentale des États-Unis ne serait alors plus un problème.<sup>6</sup> Les gens se sentiraient alors « à l'aise avec des neutrons aux alentours » et ne verraient vraisemblablement plus aucun inconvénient à avoir des essais nucléaires à proximité. C'était, après tout, lorsque les préparations pour la sécurité ont été effectuées en décembre 1950, « le point de vue le plus important à faire passer. »<sup>7</sup>

L'entreprise de dissimulation a été un succès spectaculaire, même si les retombées ont été très importantes. Après deux essais nucléaires (Tir Harry et Tir Nancy), 1 420 brebis en gestation et 2 970 agneaux sont morts de lésions consécutives à une irradiation grave au Nevada, en Utah et en Arizona.<sup>8</sup> Lors du procès qui s'ensuivit,<sup>9</sup> les représentants du gouvernement ont fait, selon les conclusions du juge près de 30 ans après, des allégations « fausses et trompeuses », ont dissimulé des informations et ont fourni d'autres informations « de façon à induire en erreur » et, en somme, ont « manipulé » la cour avec des « manœuvres complexes ».

En 1997, lorsque le National Cancer Institute, agissant sur directive du Congrès, a évalué la contamination du lait, il a établi que les retombées des essais seraient à terme à l'origine de 11 000 à 212 000 cancers de la thyroïde. Le risque de cancer pèse principalement sur ceux qui étaient enfants à l'époque, les filles encourant un risque deux fois plus élevé que les garçons. Une bonne partie de l'approvisionnement en lait de la partie continentale des États-Unis a été empoisonnée par de l'iode 131, sans qu'aucune mesure de protection ne soit prise. Ceux qui

buvaient du lait frais et pensaient mener une vie saine dans leurs fermes ont en fait reçu les doses les plus élevées.

Exactement au même moment au siège de Kodak, dans un univers politique et économique parallèle, se déroulait quelque chose de surprenant. La société de films photographiques s'était aperçue que son film devenait voilé parce que la paille qui était utilisée pour faire les emballages était contaminée par les retombées. Kodak a menacé de porter plainte. Le gouvernement a rapidement fourni à Kodak et au reste du secteur du film photographique des données sur les caractéristiques prévues des retombées, de façon à ce qu'ils puissent protéger leurs produits.<sup>10</sup> Était-ce parce que Kodak en savait trop ? Était-ce parce que le film photo avait plus de valeur que le lait ?

Pour éviter toute publicité et réduire les conséquences politiques, les États-Unis et ainsi que d'autres pays ont procédé à des essais nucléaires dans des zones habitées par des sujets étrangers ou des populations minoritaires. Les États-Unis ont établi leurs sites d'essais dans les Îles Marshall et sur des terres revendiquées par les Shoshone de l'ouest au Nevada. Les Soviétiques ont installé leur plus grand site d'essais sur le territoire des Kazakhs, près de Semipalatinsk. Les Britanniques ont procédé à leurs essais sur les terres de populations indigènes en Australie et sur l'île Christmas dans le Pacifique. Les Chinois les ont menés sur les territoires de minorités de la Chine occidentale. Les essais français ont eu lieu dans les colonies, en Algérie et en Polynésie.

Selon le quotidien conservateur français *Le Figaro*, bien que les retombées radioactives aient été prévues et que le risque génétique pour les populations indigènes ait été considéré comme supérieur à ce qu'il était pour le public français métropolitain, « un déplacement préventif des populations de l'archipel des Gambiers a été écarté pour des raisons politiques et psychologiques. » En outre, l'évacuation des personnes âgées et des enfants « qui constituaient une grande partie » de la population, a été considérée comme étant « la plus difficile » et ces derniers ont donc été laissés exposés au passage du nuage radioactif.<sup>11</sup>

Ces manœuvres de dissimulation n'ont certainement pas complètement réussi. Les protestations du public dans les années 1950 et les inquiétudes autour de la contamination par le strontium 90 du lait maternel et des dents des enfants ont joué un rôle essentiel dans la signature du Traité d'interdiction partielle des essais nucléaires par l'Union soviétique, le Royaume-Uni et les États-Unis en 1963. D'un point de vue pratique et concret, le premier traité de maîtrise des armements portait en fait sur l'environnement. Pourtant, la Chine et la France ne l'ont pas signé. La France n'a interrompu ses essais atmosphériques qu'en 1974 et la Chine n'a fait de même qu'en 1980.

Le passage à des essais souterrains n'a pas apporté de solution définitive, même s'il a considérablement réduit le problème des doses provenant des radionucléides à vie courte, comme l'iode 131. De grandes quantités de plutonium, d'iode 129, de césium 135 et d'autres radionucléides à vie longue restent dans le sous-sol des sites d'essais. À long terme, ces éléments radioactifs peuvent potentiellement migrer vers des masses d'eau. Aucune méthode de décontamination n'a pour le moment été mise au point.

Les projets militaires visant à utiliser les retombées radioactives comme arme de terreur offrent peut-être le démenti le plus flagrant face aux fréquentes allégations de sécurité et d'absence d'effets sanitaires négatifs des essais nucléaires. Les retombées du premier essai sous-marin à Bikini en juillet 1946 ont été d'une telle ampleur et leurs effets si insidieux que l'évaluation par les chefs d'état major des aspects militaires des essais a conclu que le nuage radioactif pouvait constituer une arme de guerre. À propos des effets à long terme de la radioactivité, l'évaluation de 1947 indiquait que les zones contaminées :

de formes et de tailles irrégulières, modelées par le vent et la topographie, n'auraient pas de limites visibles. Aucun survivant ne pourrait être certain de ne pas faire partie des condamnés, ce qui s'ajouterait à la terreur de la situation. Des milliers de personnes seraient affligés par la peur de la mort et l'incertitude du moment où elle surviendrait.<sup>12</sup>

Au total, selon les estimations, les morts par cancer du fait des doses d'irradiation globales résultant des programmes d'essais nucléaires atmosphériques des cinq États dotés d'armes nucléaires parties au Traité de non-prolifération, et qui sont aussi les seuls membres permanent du Conseil de sécurité des Nations unies, (ce qui leur donne un droit de veto sur les décisions touchant à la sécurité mondiale), se chiffrent par centaines de milliers pour la période allant du début des essais en 1945 à la fin du XXIe siècle.

Il existe des incertitudes considérables sur le risque de mortalité par cancer causée par l'exposition à de faibles niveaux d'irradiation, mais toutes les évaluations scientifiques rigoureuses, y compris les plus récentes, ont conclu que toute augmentation de l'exposition à la radioactivité se traduit par une augmentation du risque de cancer. La fourchette des estimations de morts par cancer à la suite des retombées des essais, basées sur les coefficients officiels de l'Agence américaine de protection de l'environnement pour les risques de cancer, se situe entre 200 000 et plus de 500 000.<sup>13</sup> Le nombre de cas de cancers, notamment de cancer de la thyroïde, qui induit un risque de mortalité faible (environ 5 pour cent), serait beaucoup plus important. Une estimation sérieuse de l'incidence des cancers au niveau mondial n'est pas possible, parce qu'aucune étude comparable à celle du National Cancer Institute américain n'a été effectuée à l'échelle mondiale. En effet, même le risque de cancer de la thyroïde au Canada résultant des essais nucléaires au Nevada n'a pas été évalué, bien qu'il soit évident à partir de l'étude du National Cancer Institute ainsi que des similitudes entre les régimes alimentaires aux États-Unis et au Canada, que les populations de plusieurs régions du Canada ont probablement été touchées de manière importante.

### **Autres dangers**

Ce ne sont pas les seuls dommages qui ont été entraînés par les établissements nucléaires militaires. Il en existe bien d'autres exemples, notamment aux États-Unis :

- Entre les années 1940 et les années 1970, plus de 23 000 personnes ont été soumises à des expériences d'irradiation, pour beaucoup sans leur consentement éclairé. Ces expériences ont été administrées par la Commission de l'énergie atomique des États-Unis (AEC), le Département de l'Énergie, le Département de la Défense, la NASA et le Département des anciens combattants pour différents objectifs, notamment la

détermination de la biologie de l'irradiation par incorporation, le développement d'armes à radiations et la détermination des effets des irradiations sur les performances du personnel militaire sur le champ de bataille. Une expérience a consisté à faire manger des flocons d'avoine contenant des traces d'éléments radioactifs à plus d'une centaine de garçons dans une école du Massachusetts. D'autres comportaient des expériences d'irradiations testiculaires sur des prisonniers, pour déterminer quelles doses induisent une stérilité, et des expériences sur des femmes enceintes. En 1993, après avoir été informée d'une série d'expériences particulièrement troublantes qui comportaient des injections de plutonium sur des sujets qui l'ignoraient, la Secrétaire à l'Énergie de l'époque, Hazel O'Leary remarquait : « Je n'ai pu m'empêcher de penser à l'Allemagne nazie. »<sup>14</sup>

- Environ deux cent cinquante mille militaires ont participé à des essais d'armes nucléaires aux seuls États-Unis. On les a fait marcher jusqu'au point zéro, ils ont frotté et enlevé le plutonium des ponts des navires contaminés, et quelques uns ont traversé en avion les nuages radioactifs pour faire des prélèvements et pour tester la façon dont des pilotes pourraient se comporter dans un environnement de guerre nucléaire. Il a fallu attendre la fin des années 1980 pour que le gouvernement américain reconnaisse le préjudice entraîné et introduise un programme d'indemnisation.
- Pendant la Guerre froide, plus d'un demi-million de travailleurs des complexes nucléaires militaires aux États-Unis ont été exposés à la radioactivité et aux produits chimiques dans le cadre de leur travail. Au cours des premières décennies, nombre d'entre eux ont été exposés sans bénéficier d'informations ou de formation appropriées, les autorités dissimulant parfois les risques de façon à éviter de payer des primes de risque, entre autres raisons.<sup>15</sup> En fait, l'institution nucléaire militaire n'a pas calculé les doses d'irradiation reçues par les travailleurs à travers l'inhalation et l'ingestion, bien que des données étaient recueillies et analysées à travers des échantillons d'urine. Le Congrès a voté un programme d'indemnisation pour les travailleurs de l'armement nucléaire en octobre 2000.
- Au cours des années 1950, on savait très bien que l'exposition au radon et à ses produits de désintégration dans des mines non ventilées constituait un problème sanitaire et augmentait le risque de cancer du poumon. Toutefois, l'AEC (le prédécesseur du Département de l'Énergie), n'a pas exigé la ventilation des mines, choisissant de mettre l'accent sur la production.<sup>16</sup>

Aujourd'hui encore, les gens qui vivent le long de la Savannah River et utilisent l'eau en aval du Savannah River Site, une usine de production de matières nucléaires militaires, boivent une eau contaminée par le tritium (de l'hydrogène radioactif). Le niveau de contamination se situe à environ 5 pour cent de la norme actuelle pour l'eau potable. Toutefois, ces normes sont fixées pour un adulte de sexe masculin appelé « homme standard » et ne tiennent pas compte des effets de l'eau radioactive sur les fœtus en cours de développement. Elles ne tiennent pas compte des fausses couches et des effets non cancéreux. Il n'est pas envisagé d'éliminer la source de la contamination en tritium, qui se situe dans des fosses et des tranchées sans revêtement, là où les déchets radioactifs mis dans des boîtes en carton ou en bois ont été jetés. Les risques

demeureront, à moins que les déchets à vie longue et particulièrement à risques, comme les déchets liquides à haute activité présents dans des cuves, soient repris, stabilisés et isolés de l'environnement humain.

Des centaines de milliers de personnes ont été affectées de la même manière dans d'autres pays dotés d'armes nucléaires. La principale différence entre ces derniers et les États-Unis tient au fait que les États-Unis ont été plus ouverts et ont donc, sous la pression de l'opinion publique, reconnu de manière plus large et plus approfondie l'étendue des dommages, même si cette tâche est loin d'être achevée. L'Inde a des lois très strictes sur le secret entourant ses activités nucléaires militaires, tout comme la France et le Royaume-Uni. On en sait encore moins sur la Chine, le Pakistan, Israël et la Corée du Nord.

Le fait est remarquable que dans l'histoire des armements nucléaires et des risques liés à la radioactivité tous les États dotés d'armes nucléaires ont avant tout nui à leur propre peuple au nom de la sécurité nationale. Pour l'essentiel, ils l'ont fait sans le consentement éclairé des populations.

Le préjudice ne se limite pas aux détenteurs des armes atomiques. L'uranium qui a servi aux armes nucléaires a été extrait dans de nombreux pays non nucléaires. La France a obtenu l'essentiel de son uranium de ses colonies, où les conditions de travail dans les mines étaient – et continuent d'être – scandaleuses. Le Royaume-Uni a obtenu son uranium partiellement de Namibie. Les Soviétiques ont récupéré une bonne partie de leur uranium à partir de vastes opérations en Europe de l'Est, notamment en Allemagne de l'Est et dans l'ex-Tchécoslovaquie. En général, les problèmes de santé et d'environnement ont été graves, d'après ce qu'indiquent les données indépendantes, mais ils ont le plus souvent été niés par les responsables officiels.<sup>17</sup>

La déclaration, à Rocky Flats en juin 1989 à la fin de la Guerre froide, du Secrétaire à l'Énergie de l'époque, W. Henson Moore était une sorte de mea culpa à ce sujet. « La production des armes nucléaires », a-t-il confié au *Washington Post*, a été « une opération secrète qui échappait aux lois [...] personne n'était censé savoir ce qui se passait. » Il ajoutait que « la façon dont le gouvernement et ses sous-traitants exploitaient ces installations se résumait ainsi : ce sont nos affaires, c'est une question de sécurité nationale, que les autres ne s'en mêlent pas. » Les « autres » auxquels il faisait allusion n'étaient pas une puissance étrangère, mais le peuple américain. Aucun autres pays n'a fait de confessions comparables, même si leurs establishments nucléaires ont fait preuve du même autoritarisme et si leurs peuples ont probablement eu à supporter des conséquences du même ordre.

À l'opposé du principe « d'abord ne pas nuire » de la profession médicale, les establishments nucléaires militaires ont commencé par infliger un préjudice à leurs populations, ainsi qu'à d'autres dans le monde. Ils ont manifesté une propension à nuire. Étant donnée la nature du problème et ses origines principales, les membres permanents de l'Assemblée générale des Nations unies et du Conseil de sécurité des Nations unies devraient se prononcer en faveur d'une « commission de vérité » pour enquêter sur les préjudices que la production et les essais d'armes nucléaires ont fait subir – et font encore subir - aux peuples du monde entier.

---

## LES NOTES BAS DE PAGE

<sup>1</sup> Une version légèrement différente de cet article a été publiée une première fois dans le numéro de juillet/août 2005 de *Arms Control Today*, une publication de l'Arms Control Association (ACA), [www.armscontrol.org](http://www.armscontrol.org).

<sup>2</sup> Association internationale des médecins pour la prévention de la guerre nucléaire (IPPNW) et Institute for Energy and Environmental Research), *Plutonium: Deadly Gold of the Nuclear Age* (Cambridge: IPPNW Press, 1992), chap. 4.

<sup>3</sup> Ibid.

<sup>4</sup> C'est ce s'appelle "Eminent Domain" aux Etats-Unis, le droit que le gouvernement possède de saisir la propriété privée pour usage public avec compensation à un prix fondé sur la valeur du marché.

<sup>5</sup> Pat Ortmeier et Arjun Makhijani, "Worse Than We Knew," *Bulletin of the Atomic Scientists*, novembre/décembre 1997.

<sup>6</sup> IPPNW et IEER, *Radioactive Heaven and Earth: The Health and Environmental Risks of Nuclear Weapons Testing in, on, and Above the Earth* (New York: Apex Press, 1991), chap. 4.

<sup>7</sup> Barton C. Hacker, *Elements of Controversy: The Atomic Energy Commission and Radiation Safety in Nuclear Weapons Testing 1947–1974* (Berkeley, CA: University of California Press, 1994), p. 43.

<sup>8</sup> Philip L. Fradkin, *Fallout: An American Nuclear Tragedy* (Tucson, Arizona: University of Arizona Press, 1989), p. 148.

<sup>9</sup> IPPNW et IEER, *Radioactive Heaven and Earth*, p. 59.

<sup>10</sup> Ortmeier et Makhijani.

<sup>11</sup> "Polynésie : le mensonge nucléaire," *Le Figaro*, 19 mai 2005.

<sup>12</sup> IPPNW et IEER, *Plutonium*, p. 143 (Évaluation des essais de l'atoll de Bikini en 1946 par les Chefs d'état major américains).

<sup>13</sup> La dose équivalente engagée pour la population mondiale jusqu'en l'an 2100 est estimée à 544 millions d'hommes-rem. IPPNW et IEER, *Radioactive Heaven and Earth*, p. 37. Les doses sont beaucoup plus importantes si l'estimation porte sur des périodes plus longues, du fait essentiellement des radionucléides à très longue durée de vie, le plus important étant le carbone 14, qui s'introduit dans la nourriture et est ensuite incorporé par notre organisme et tous les écosystèmes. Le carbone 14 a une demi-vie de 5 730 ans, ce qui signifie que des quantités significatives subsisteront pendant des dizaines de milliers d'années dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone radioactif qui sera absorbé par les plantes. Le carbone 14 existe aussi à l'état naturel. Il est surtout le produit de l'interaction du rayonnement cosmique sur l'azote dans l'atmosphère.

<sup>14</sup> Arjun Makhijani et Ellen Kennedy, "Human Radiation Experiments in the United States," *Science for Democratic Action*, vol. 3, n° 1 (Hiver 1994).

<sup>15</sup> Arjun Makhijani, Bernd Franke et Hisham Zerriffi, "Preliminary Partial Dose Estimates From the Processing of Nuclear Materials at Three Plants During the 1940s and 1950s," 2000, consultable sur

<http://ieer.org/resource/reports/radiation-exposures-to-early-nuclear-workers-a-special-report-for-usa-today/>.

<sup>16</sup> Arjun Makhijani et Lisa Ledwidge, « Retour aux mauvais souvenirs » *Énergie et Sécurité* n° 26 (2003).

<sup>17</sup> Arjun Makhijani, Howard Hu et Katherine Yih eds., *Nuclear Wastelands: A Global Guide to Nuclear Weapons Production and Its Health and Environmental Effects* (Cambridge, MA: MIT Press, 1995 et 2000), chap. 5.

---

## Commentaires de lecteurs d'*Énergie & Sécurité*

---

*« Merci pour le dernier numéro d'Énergie et Sécurité, le n° 29. Ce sont des articles très utiles. Nous allons les envoyer à notre Ministre de la Défense, du Désarmement et de la Maîtrise des armements dans le cadre de nos efforts pour que la Nouvelle-Zélande intervienne plus activement sur la scène internationale pour mettre en lumière les risques de l'uranium appauvri. Et merci également pour la rubrique très divertissante du Dr Egghead ! »*

– Alyn Ware, Association internationale des juristes contre les armes nucléaires, Aotearoa-Nouvelle Zélande.

*« J'ai lu cet article aujourd'hui, et il m'a paru super. [« Les moissons des fermes éoliennes », Énergie et Sécurité, n° 30, octobre 2004.] Nous sommes toujours à la recherche de documents de bonne qualité que nous pouvons diffuser lors de manifestations publiques ou envoyer à des personnes qui sont à la recherche de bonnes informations sur l'énergie éolienne. »*

– Sarah Johnson, Windustry, Minneapolis, États-Unis.

*« Nous allons nous servir d'Énergie et Sécurité pour essayer d'informer les gens de notre entourage, car nous nous trouvons au cœur-même de la région d'exploitation des mines d'uranium.. Nous serions donc très heureux de recevoir tous documents qui pourraient nous aider dans notre travail de sensibilisation. Merci de votre soutien. »*

– Linda Murphy, Inter-Church Uranium Committee Educational Co-operative, Saskatoon, Canada

---

## J'ai Rêvé d'Une Bombe

Par Omar McCray

---

Lorsque la bombe a explosé, un nuage a formé un nuage monstrueux

comme une tour surplombant la plus haute des tours.

un nuage comme on n'en avait jamais vu auparavant,  
en un clin d'œil, je n'ai vu que du rouge,  
des corps jonchant le sol.

j'étais perdu, effrayé, horrifié,  
de sinistres scènes de mort ont troublé ma vision.

où est ma mère ? où est mon père ? où sont les bras que j'avais encore il y a un instant ?

en un clin d'œil, les nuages ont commencé à se répandre,  
et à envahir tous ceux qui étaient en sang  
répandant des larmes de désespoir sur un paysage qui m'était étranger.

l'explosion, les nuages étouffants, les corps  
certains réduits en morceaux  
mères, pères, tantes, oncles, neveux, nièces  
jonchant le sol alentour.

je veux me réveiller, échapper à l'horreur de ce cauchemar,  
terrorisé, en pleurs et réclamant ma mère,  
à la vue de bébés allongés dans les rues,  
sans nez, certains sans visage, avec les bras arrachés posés près de leurs pieds.

je n'ai pas de bras pour emporter les enfants qui pleurent de détresse,  
je suis vidé de force pour redonner espoir à cette femme qui meurt.

En un clin d'œil, je m'éveille d'un rêve trop surréaliste pour être réel,  
une sueur glacée coule dans mon dos,  
et mes yeux dilatés tentent de s'ouvrir,  
j'entends des signaux d'alerte ininterrompus, des enfants qui sanglotent,

où suis-je, je m'interroge  
mon regard parcourant la pièce  
enregistrant ce qui se passait,  
je m'aperçus que mes deux bras  
n'étaient plus là.

---

*Omar McCray est membre de SANITY, Students Against Nuclear Insanity and for Tomorrow's Youth.*

[Énergie et Sécurité Index](#)  
[IEER page d'accueil](#)



**L'Institut pour la Recherche sur l'Énergie et l'Environnement**

Envoyez vos impressions à la rédactrice en chef, *Énergie et Sécurité*: [annie\[at\]ieer.org](mailto:annie[at]ieer.org)  
Takoma Park, Maryland, USA

(La version anglaise de ce numéro, *Science for Democratic Action* v. 13, no. 4, a été publiée en janvier 2006.)

*Mise en place mars 2006*