

Rapport de synthèse sur le projet français d'un stockage géologique de déchets nucléaires et ses implications pour le Luxembourg

Rédigé par le groupe interministériel « Bure »

Le Ministre de la Santé ainsi que le Ministre délégué aux Affaires étrangères et à l'Immigration ont initié en juin 2006 la formation d'un groupe interministériel ayant pour objectif de suivre les aspects scientifiques ainsi que la dimension politique transfrontalière voire européenne du dossier « Bure »



Échantillon (11 x 5 x 4 cm) de l'argilite du Callovo-Oxfordien prélevé à moins 490 mètres lors de la visite, 3 juillet 2009, à Bure

Luxembourg, le 26 janvier 2010

Sommaire

RESUME	3
INTRODUCTION : BREF APERÇU HISTORIQUE ET GRANDES LIGNES DU PROJET FRANÇAIS DE STOCKAGE GEOLOGIQUE	4
LE PRINCIPE DE STOCKAGE – FORMATION GEOLOGIQUE	6
LES DECHETS MA-VL ET HA – CONCEPTION DE STOCKAGE	8
SUIVI DU DOSSIER PAR LES AUTORITES LUXEMBOURGEOISES	10
CONCLUSIONS	11
RECOMMANDATIONS	13
ANNEXES	14
I. Calendrier	14
II. Solutions envisagées pour la gestion de déchets radioactifs de haute activité au niveau international	15
III. Composition du groupe interministériel	16
IV. Instruments de droit international	16
V. Conclusions du Prof. Baer – Extrait de son rapport de synthèse « Géologie et Hydrogéologie de la Région séparant le Luxembourg du site du Laboratoire Souterrain de Bure »	17
VI. Glossaire	20
VII. Documents consultés et bibliographie	21

Résumé

Situé à quelque 100 km de la frontière luxembourgeoise, l'Agence Nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) exploite à Bure-en-Barrois un laboratoire souterrain afin d'évaluer les possibilités d'implanter un site de stockage géologique pour les déchets nucléaires les plus radioactifs dans une formation d'argilite, avec l'objectif d'une mise en exploitation vers 2025. Depuis l'année 2000, des galeries de recherche ont été creusées à environ 500 mètres de profondeur. Même si ce laboratoire souterrain n'est pas destiné au stockage des déchets nucléaires, la construction et le creusement de galeries destinées au stockage pourront débuter en 2017 dans une zone proche du laboratoire.

Le gouvernement luxembourgeois, pour lequel ce dossier revêt une importance primordiale, suit les aspects scientifiques des travaux à Bure-en-Barrois ainsi que la dimension politique du projet français notamment par le biais d'un groupe interministériel instauré en 2006. Par la présente, ce groupe remet son rapport de synthèse, offrant une description sommaire du projet de Bure ainsi qu'une évaluation préliminaire des implications d'un tel stockage en profondeur pour le Luxembourg.

Dans ses conclusions, le groupe salue la transparence des autorités françaises et apprécie la conception technique du projet, tenant compte d'un très grand nombre de mécanismes, d'influences et d'incidents éventuels, ayant des répercussions sur la stabilité d'un tel site de stockage. La géologie est assez favorable pour le Luxembourg en raison de l'efficacité de la barrière géologique et du fait que notamment l'inclinaison des couches géologiques, en général déterminante pour la direction des eaux souterraines, est en direction opposée au Luxembourg. Le groupe estime que le risque potentiel d'une migration d'éléments radioactifs ou toxiques vers le territoire luxembourgeois est très peu probable. Même dans le pire des cas (« scénario catastrophe »), le temps de transit serait de l'ordre de plusieurs centaines de milliers d'années.

Le groupe se dit sceptique sur le calendrier ambitieux du projet, tel déterminé par la loi. Dans le cas d'un projet d'une telle envergure, le calendrier ne devrait pas l'emporter sur le contenu, à savoir une analyse approfondie des résultats de recherche obtenus. Avant de procéder à l'étape suivante, l'ensemble des questions techniques et scientifiques demeurant ouvertes, devrait être résolu. Toute tentative d'exploitation hâtive du futur centre de stockage serait à éviter. Finalement, le groupe déplore qu'une option alternative au stockage dans l'argilite, notamment dans une formation de granite, n'ait pas été étudiée en parallèle.

Introduction : bref aperçu historique et grandes lignes du projet français de stockage géologique

- (1) La loi française du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs (« loi Bataille ») constitue la base légale en vue de la gestion des déchets à haute activité et à longue vie, c'est-à-dire présentant une radioactivité non négligeable après des centaines de milliers d'années. Cette loi préconisait trois axes de recherche, à savoir la séparation-transmutation des éléments radioactifs dans ces déchets ; l'étude des possibilités de stockage réversible et irréversible dans les formations géologiques profondes, notamment par la réalisation de laboratoires souterrains, ainsi que l'entreposage en surface.
- (2) Ladite loi prévoyait ainsi, pour ce qui est du deuxième axe de recherche, la construction d'au moins deux laboratoires souterrains dans deux types de formations géologiques différentes. Ainsi, entre 1994 et 1997, un site a été étudié en domaine granitique (dans le département de la Vienne) et deux autres sites en domaine argileux (dont celui de Marcoule dans la vallée du Rhône, département du Gard et celui de Bure-en-Barrois, départements de Meuse et de Haute-Marne). Dans ses conclusions, la Direction de la Sûreté des Installations Nucléaires (DSIN) a fait part de ses doutes, d'un point de vue hydrogéologique, sur le site dans le granite (Vienne) ; le site de Marcoule ayant été écarté à cause d'une forte opposition de la population résidente. Le choix s'est finalement porté sur Bure-en-Barrois pour les trois raisons principales suivantes: la présence d'une couche d'argilite avec des caractéristiques et un emplacement potentiellement favorables au stockage ; un préjugé favorable des autorités politiques locales et une faible densité de population.
- (3) Les premiers travaux pour implanter un laboratoire à 500 mètres de profondeur ont été effectués en janvier 2000 avec l'aménagement du site et la construction des bâtiments en surface. Le site se situe près du petit village de Bure-en-Barrois dans le département de la Meuse, à la frontière avec le département de la Haute-Marne.
- (4) Le « Laboratoire de Recherche Souterrain de Meuse/Haute-Marne (LSMHM) », exploité par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA), sert uniquement à étudier et à évaluer les conditions géologiques à 500 mètres de profondeur en vue de la réalisation éventuelle d'un futur projet de stockage. Aucun entreposage ou stockage de déchets radioactifs n'a eu lieu et n'est prévu dans ce laboratoire.
- (5) Ce laboratoire souterrain permet de mener des recherches et expérimentations techniques visant à étudier les possibilités de stockage. Il s'agit notamment d'examiner :
 - l'influence du creusement des galeries sur les propriétés de l'argilite, notamment des problèmes liés à la décompression et la déshydratation de la roche,
 - le comportement de l'argilite vis-à-vis de l'échauffement par la radioactivité des déchets,
 - les capacités de confinement de l'argilite et la migration à long terme des substances radioactives.
- (6) Comme prévu par la loi Bataille, l'ANDRA a remis, le 20 décembre 2005, son rapport « Argile 2005 ». Ce rapport synthétise les recherches scientifiques réalisées au LSMHM et inclut les résultats d'expériences menées en collaboration avec les équipes comparables de scientifiques du Canada, de Finlande, de Suède et de Suisse. Ces travaux ont été soumis à un examen de trois organismes indépendants : une Commission nationale d'évaluation créée par la loi du 30 décembre 1991, l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) et l'agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques (AEN/OCDE). Un débat public a également été organisé. L'ANDRA a conclu dans ce rapport que le stockage des

déchets de haute activité (HA), de ceux de moyenne activité à vie longue (MA-VL) et du combustible usé est techniquement faisable dans la formation géologique étudiée.

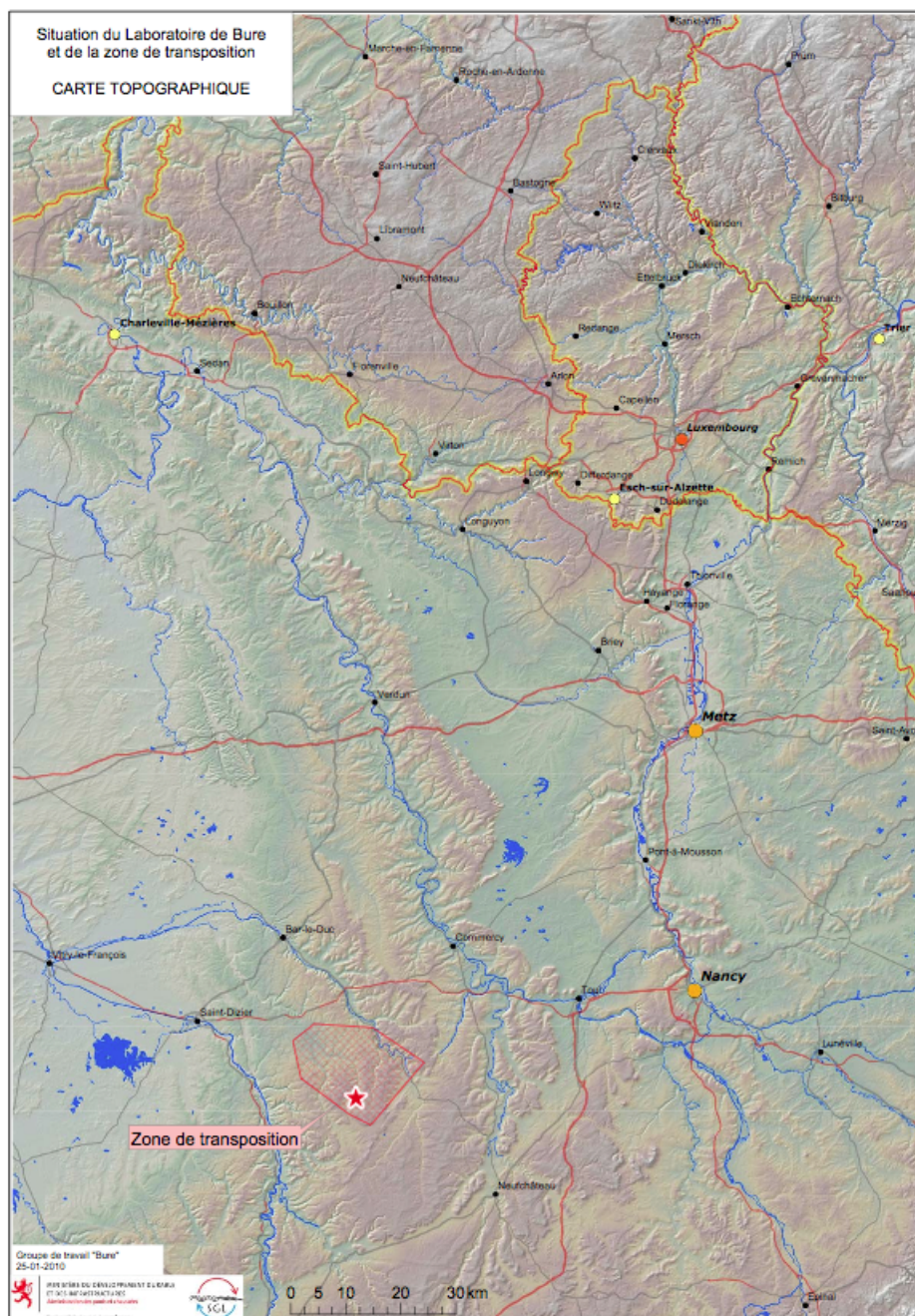


Fig. 1. Emplacement du LSMHM et topographie (source : Service géologique du Luxembourg)

- (7) Suite à ces conclusions, la loi du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs, préconise le stockage en formation géologique profonde comme solution de référence pour l'évacuation définitive des déchets radioactifs de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL).
- (8) Par ladite loi, l'Assemblée nationale charge l'ANDRA de poursuivre les études scientifiques au laboratoire souterrain et de développer les techniques nécessaires à la conception et à l'implantation d'un centre de stockage souterrain. La loi fixe également la date butoir, 2025, pour la mise en service du centre de stockage. Une telle mise en service nécessite l'autorisation préalable du Gouvernement, sur avis de l'ASN. La localisation exacte du centre de stockage, à l'intérieur de la zone d'étude de Bure, sera

définie en fonction de paramètres scientifiques et économiques (et, probablement, en tenant compte de considérations politiques, vu la localisation de la zone d'étude entre les départements de la Meuse et de la Haute-Marne). Un calendrier détaillé des étapes intermédiaires se trouve à l'annexe I.

- (9) La phase d'exploitation du centre de stockage s'étalera sur une période d'environ cent ans. Plusieurs centaines de personnes seront employées sur ce site pour construire de nouvelles alvéoles de stockage, préparer et stocker les colis de déchets et surveiller le site. Après l'exploitation, l'installation sera fermée et placée en phase de surveillance.
- (10) La loi de juin 2006 stipule en outre que le stockage des déchets soit réversible pendant une durée d'au moins cent ans, afin de laisser aux générations futures la possibilité de retirer les colis de déchets stockés et de les entreposer si un autre mode de gestion s'imposerait. La fermeture du centre de stockage sera alors réalisée en plusieurs étapes, réduisant ainsi progressivement le niveau de réversibilité. Avant l'autorisation de la création du centre, une loi y afférente précisera ce principe de réversibilité.
- (11) En novembre 2009, l'ANDRA a proposé une zone restreinte, dénommée zone d'intérêt pour la reconnaissance approfondie (ZIRA), d'environ 30 km², située dans le quart Sud-Est de la zone de transposition, à proximité du LSMHM et à quelque 115 km à vol d'oiseau du Grand-Duché de Luxembourg. Le gouvernement français devrait prendre sa décision en début 2010. Par ce choix, l'emplacement des installations souterraines sera pratiquement déterminé.

Le principe de stockage – formation géologique

- (12) La volonté de stocker en profondeur se base sur l'idée qu'ils existent des formations géologiques capables d'assurer le confinement des colis de déchets qui y seraient déposés, sur de très longues durées, jusqu'à ce que les déchets reviennent à un niveau de radioactivité négligeable. Par « confinement », on n'entend pas ici un isolement absolu et éternel (qui serait impossible), mais un contrôle des fuites tel que, quand les substances radioactives reviennent à la surface et dans la biosphère, leur radioactivité ne dépassera pas la radioactivité naturelle.
- (13) La conception adoptée en France consiste à creuser un système de galeries au cœur d'une épaisse couche de roche argileuse, appelée roche hôte, située à plusieurs centaines de mètres de profondeur. À partir de galeries d'accès principales partiront des galeries secondaires en cul-de-sac, appelées encore « alvéoles de stockage », et dont les dimensions varient en fonction du type de déchets à y stocker.
- (14) Dans la zone d'étude de Bure, la roche hôte consiste en une unité géologique appelée le Callovo-Oxfordien, formée par une couche subhorizontale d'argilite, une roche argileuse indurée et compacte, d'âge jurassique (environ 155 millions d'années). Elle appartient au bassin parisien, une grande structure géologique en forme de cuvette et centrée sur Paris. Dans la zone étudiée, cette couche se situe à une profondeur entre 420 et 550 mètres. Présentant une très légère inclinaison vers l'ouest, elle vient à la surface en bordure du bassin parisien, à l'est et au nord de la région de Bure.
- (15) L'argilite du Callovo-Oxfordien contient de faibles quantités d'eau, mais les pores de la roche sont tellement petits que cette eau interstitielle ne peut circuler que de manière extrêmement lente. À part de cette perméabilité réduite, l'argilite se caractérise par un faible coefficient de diffusion et une bonne capacité de rétention de radionucléides. On évalue ainsi le temps nécessaire à des éléments chimiques, radioactif ou non, pour migrer verticalement à travers la couche en entier (~130 mètres) à quelques centaines de milliers d'années.
- (16) Les unités géologiques sus- et sous-jacentes à la couche-hôte du Callovo-Oxfordien, l'Oxfordien calcaire, respectivement le Dogger calcaire, sont formées par des roches carbonatées, qui, lorsqu'elles se trouvent proche de la surface, présentent les

caractéristiques d'un aquifère: elles sont poreuses et perméables. Toutefois, dans la zone d'étude, à plus de 200 mètres de profondeur, des recristallisations de calcaire font que leurs porosités et perméabilités se trouvent fortement réduites et les circulations d'eau, extrêmement lentes, se font à l'échelle des centaines de milliers d'années.

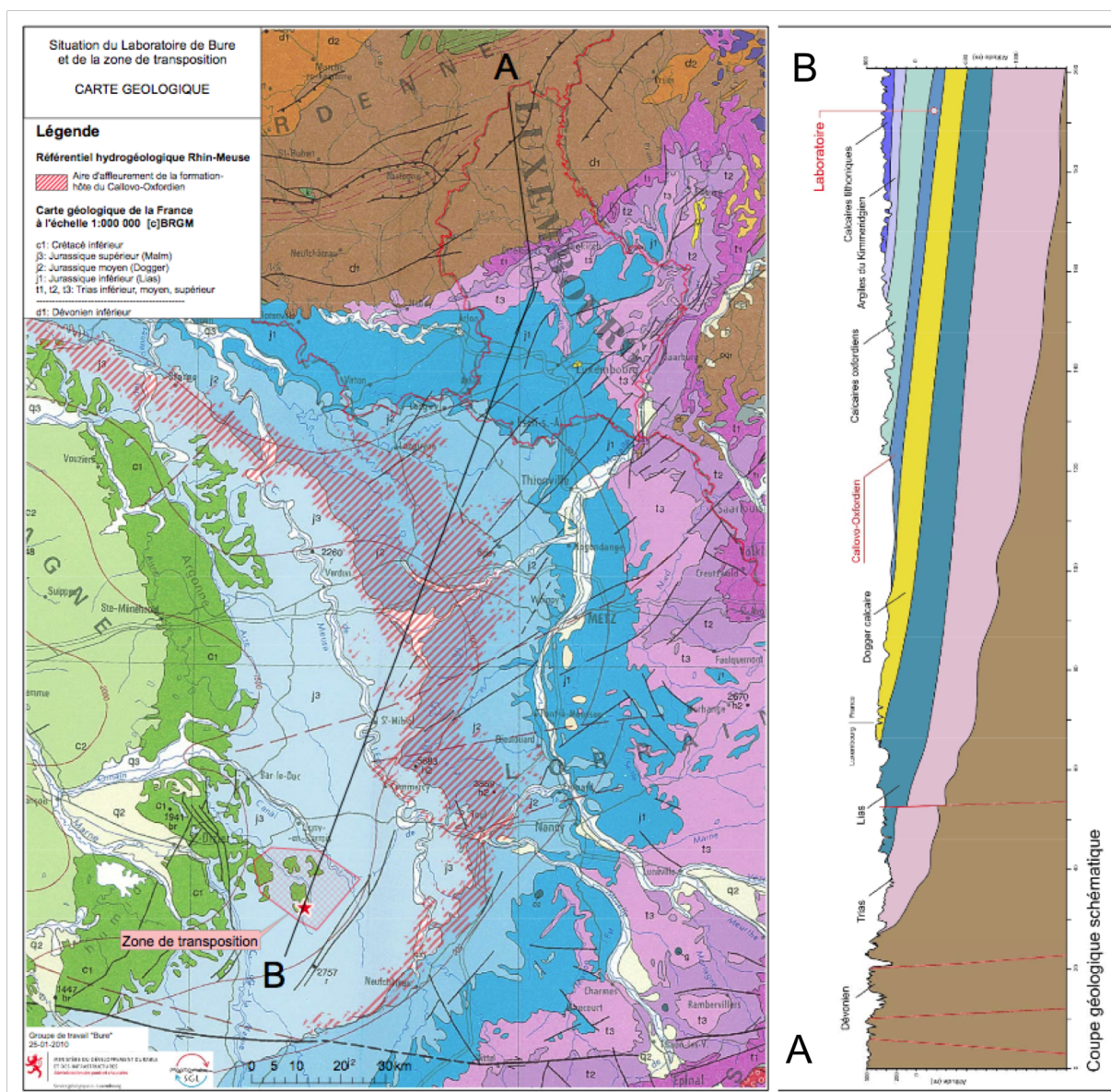


Fig. 2. Carte et coupe géologique (source : Service Géologique du Luxembourg)

- (17) Le système de confinement doit reposer sur plusieurs barrières, à savoir les colis, les composants ouvrages, la roche-hôte et les formations géologiques encaissantes, destinés à retenir et à retarder la dispersion des radionucléides à vie longue qui pourraient être relâchés dans la biosphère afin de protéger les personnes et l'environnement de toute substance radioactive et dangereuse à très long terme, et ceci sans nécessiter l'intervention de l'homme.
- (18) L'évolution du système de stockage devra pouvoir être décrite sur une période de temps suffisamment longue. Dans ce cadre, une analyse de sûreté devra être réalisée périodiquement aux différentes phases, depuis la conception jusqu'à la fermeture.

Les déchets MA-VL et HA – conception de stockage

- (19) Aucun Etat du monde n'a jusqu'à présent construit un stockage souterrain pour les déchets radioactifs ultimes, qui après leur entreposage ne peuvent, pour des raisons de sûreté ou de radioprotection, être définitivement stockés en surface ou à faible profondeur. Certains disposent, comme la France, de laboratoires souterrains et sont dans la phase des recherches, d'autres n'ont pas de projets concrets. L'annexe II résume les développements dans des pays fortement engagés en la matière.

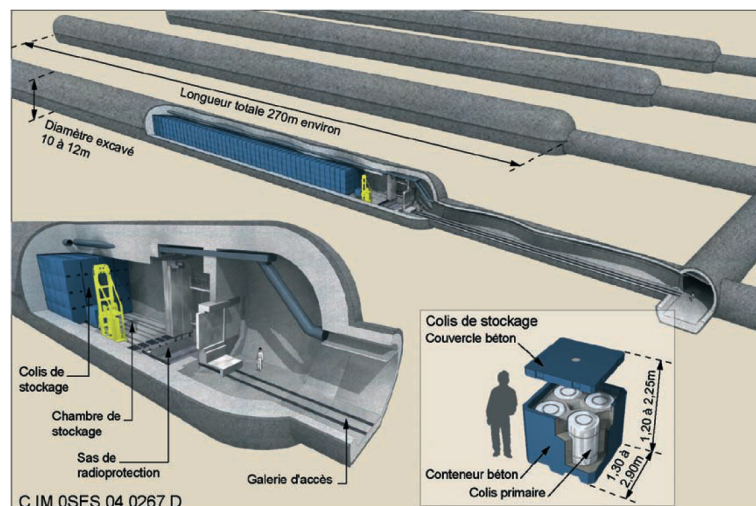


Fig. 3. Concept de stockage des déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL)

(source : www.andra.fr)

- (20) La conception française prévoit l'installation d'un stockage de déchets radioactifs en formation géologique profonde pour recevoir les déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL), les déchets de haute activité à vie longue (HA) et des combustibles usés qui ne feraient pas l'objet de traitement.

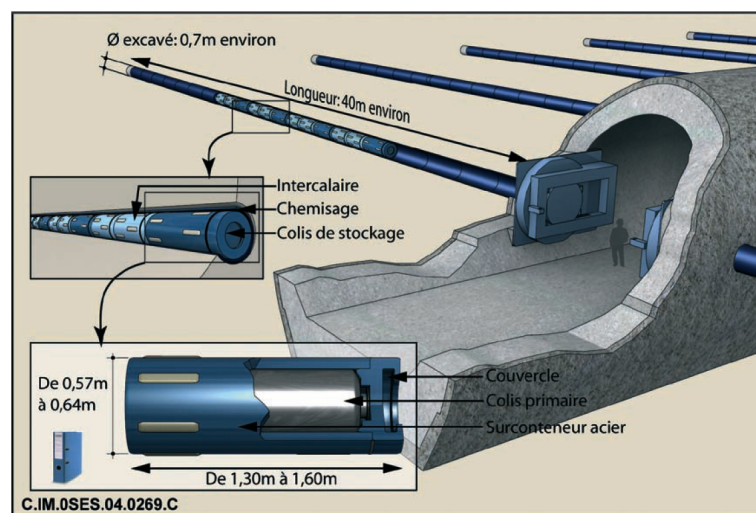


Fig. 4. Concept de stockage des déchets de haute activité (HA) (source : www.andra.fr)

- (21) Les déchets MA-VL sont en grande majorité issus de l'industrie nucléaire, principalement des déchets de procédé (coques et embouts de combustibles irradiés, boues provenant du traitement des effluents) et de maintenance en exploitation provenant des installations de retraitement et des centres de recherche, ou encore certains déchets activés. Pour leur stockage, les colis de déchets MA-VL seraient juxtaposés et empilés dans des alvéoles horizontales, avec les dimensions de section

transversale de 10 à 12 m et la longueur jusqu'à 250 m. Les parois de ces alvéoles seraient renforcées par un béton qui fournit un piège chimique pour les actinides.

- (22) Les déchets HA ont généralement pour origine les produits de fission et d'activation issus du traitement des combustibles irradiés. Ils sont calcinés et incorporés dans une matrice de verre à l'usine de retraitement de La Hague. On parle de déchets vitrifiés. Ils se caractérisent par un dégagement de chaleur important (jusqu'à 4 kW par conteneur de 150 litres), qui rend nécessaire la mise en oeuvre d'un moyen de refroidissement. L'intention actuelle consiste de déposer ces conteneurs spéciaux les uns derrières les autres dans des alvéoles horizontales de stockage, chacun environ 40 mètres de longueur. Les alvéoles consistent de tubes en acier pour faciliter la réversibilité. Chaque alvéole contiendra un maximum de 22 conteneurs de déchets. La conception est telle à limiter la température à 90°C au contact de l'alvéole de stockage et des argilites.

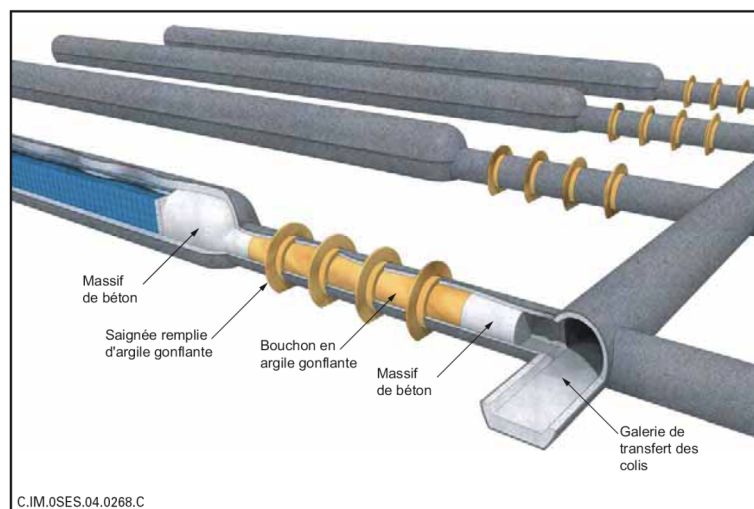


Fig. 5. La fermeture des alvéoles – Scellement de l'alvéole B (source : www.andra.fr)

- (23) Étant donné que la France a opté pour le traitement du combustible utilisé, donc la séparation des déchets ultimes de l'Uranium et du Plutonium, le volume de combustible utilisé destiné à être stocké en profondeur est relativement faible et se limite au combustible utilisé en provenance de certains réacteurs de recherche.

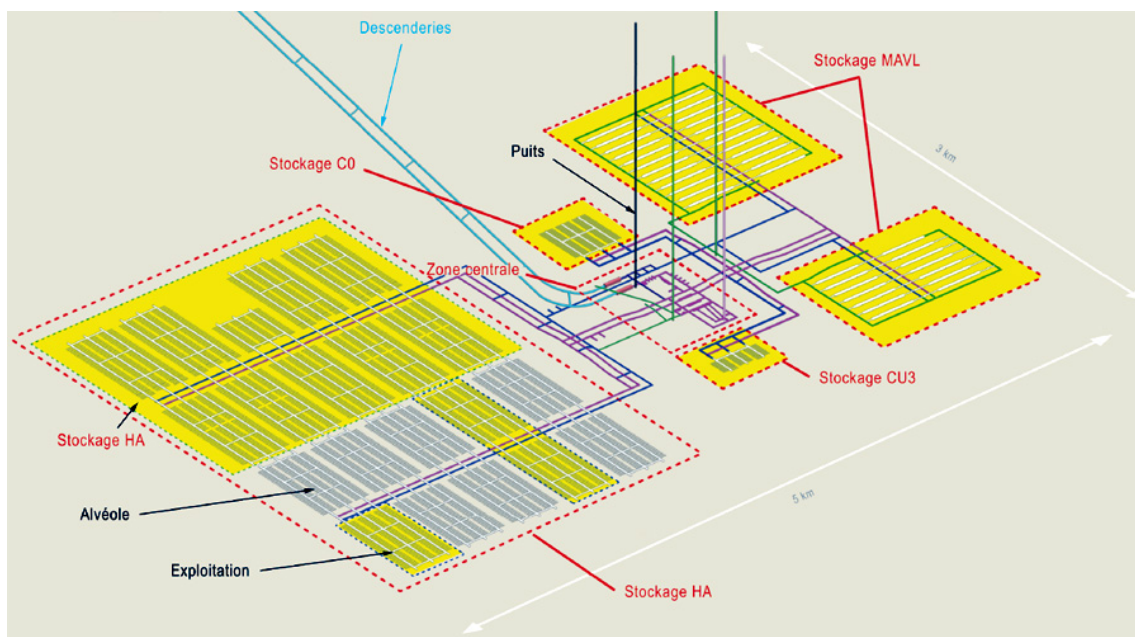


Fig. 6. Schéma de principe des installations souterraines (source : www.andra.fr)

- (24) Le stockage pourrait être fermé en différentes étapes ; scellement des alvéoles de stockage, puis remblayage et scellement des galeries et des puits. Des scellements seraient conçus à s'opposer à la circulation d'eau dans le stockage et à l'isoler hydrauliquement des formations géologiques sus-jacentes, de façon à recréer dans l'argilite, à l'échelle du stockage, un état proche de l'état naturel. Le remblayage des galeries se ferait ensuite pour limiter les déformations mécaniques dans le milieu géologique.
- (25) Les installations souterraines se développeront au fur et à mesure de l'exploitation pour atteindre une surface totale proche de 15 km². Dans le Dossier 2005, la zone de stockage HA comprend environ 5 000 alvéoles, dans lesquelles entre 6 à 22 conteneurs peuvent être stockés. La zone MA-VL comporte une quarantaine d'alvéoles de stockage.

Suivi du dossier par les autorités luxembourgeoises

- (26) Le droit international ne prévoit que peu d'instruments juridiques à l'encontre d'un projet de dépôt de déchets radioactifs au voisinage d'une frontière partagée avec au moins deux pays. Ceci étant, les représentants luxembourgeois avaient insisté, lors de l'élaboration de la Convention Commune (CC), d'y inclure l'article 13, repris en annexe IV. Ainsi, l'endroit choisi pour un tel dépôt ne doit pas impliquer d'effets inacceptables pour un pays voisin. D'autre part, pour chaque projet comportant des risques pour un pays adjacent contractant, le pays signataire doit consulter ce dernier et lui communiquer, à sa demande, toutes les données concernant ce projet afin que le pays voisin puisse évaluer lui-même les implications pour son territoire et ses habitants. Par ailleurs, en cas de désaccord entre deux ou plusieurs Etats contractants, ceux-ci peuvent recourir aux mécanismes de médiation, de conciliation et d'arbitrage prévus par le droit international.
- (27) Des échanges de lettres répétés entre le gouvernement luxembourgeois (respectivement l'Ambassade du Luxembourg à Paris) et les autorités françaises en charge du dossier ont eu lieu entre 1999 et 2002. L'objectif de ce dialogue consistait à partager les informations pertinentes relatives à la réalisation du laboratoire souterrain de Bure et les objectifs poursuivis dans ce contexte par le gouvernement français.
- (28) En 2003, le gouvernement luxembourgeois s'est s'attaché les services d'un expert suisse indépendant en matière de stockage souterrain de déchets radioactifs, à savoir le Professeur Alec Baer. Ce dernier a procédé à une analyse et une évaluation sur base des données géologiques et hydrogéologiques existantes concernant la région située entre Bure et le Luxembourg pour savoir si l'eau souterraine de la région de Bure est susceptible ou non, de se propager en direction du Luxembourg et d'affecter à moyen ou à long terme la qualité de nos eaux souterraines. Les conclusions de ce rapport sont reprises à l'annexe V.
- (29) Lors de la 7^{ième} réunion de la Commission mixte franco-luxembourgeoise de sécurité nucléaire, le 30 mai 2006, la délégation luxembourgeoise a demandé un échange d'informations le plus large possible que l'ASN et l'ANDRA sont disposées à fournir.
- (30) Le Ministre de la Santé ainsi que le Ministre délégué aux Affaires étrangères et à l'Immigration ont initié en juin 2006 la formation d'un groupe interministériel ayant pour mission de suivre les aspects scientifiques ainsi que la dimension politique des développements à Bure. La composition du groupe est précisée en annexe III.
- (31) En date du 3 juillet 2009, des représentants français et luxembourgeois, en présence des ambassadeurs des deux pays, se sont renseignés sur place sur les travaux du laboratoire de recherche souterrain à Bure.
- (32) Le groupe s'est également renseigné auprès de ses pays voisins quant à un suivi spécifique des développements à Bure. Les autorités belges ont répondu qu'elles n'ont

pas encore pris de position tandis que les collègues allemands (Sarre) ont fait part d'une approche similaire en se référant notamment à l'éloignement et au fait que les eaux souterraines dans cette région s'éloignent de la Sarre.

Conclusions

- (33) Tout projet nucléaire comprend différents types de risques qui doivent être pris en compte. Cependant, le groupe interministériel, ne disposant que de ressources limitées, s'exprime essentiellement sur les risques potentiels pour le territoire luxembourgeois provenant de la nature particulière d'un stockage de déchets radioactifs en profondeur. Ceci tient principalement compte d'un scénario d'évolution et de dégradation normale. Le groupe se limite par ailleurs dans ces conclusions sur les situations altérées et scénarios peu probables pouvant initier une migration de radionucléides en direction du territoire luxembourgeois.
- (34) Le groupe confirme que **le contexte géologique du bassin de Paris est très bien connu** et la région en question peut être considérée comme géologiquement très stable. L'inclinaison des couches géologiques, en général déterminante pour la direction d'écoulement des eaux souterraines, y est vers le Sud-Ouest, donc en direction opposée au Luxembourg. La très grande majorité des eaux de surface de la région du projet sont drainées vers le bassin hydrographique de la Meuse. Elles s'éloignent par conséquent du bassin hydrographique de la Moselle / Rhin, bassin dans lequel est situé le Luxembourg.
- (35) Le groupe partage l'avis du Prof. Baer sur le stockage de déchets radioactifs, exprimé dans son rapport de synthèse (voir conclusions sous annexe V), qu'un scénario impliquant **les cheminements des eaux entre la région du projet de stockage et les aquifères situés sur le territoire luxembourgeois n'est pas à exclure, mais jugé très peu probable**. Le temps de transit que pourrait mettre l'eau souterraine pour migrer vers le Luxembourg, en cas d'un « scénario catastrophe », est de l'ordre de plusieurs centaines de milliers d'années. Cependant, comme le souligne le Prof. Baer, l'influence des régimes de pompage actuels et futurs sur le territoire français, sur les gradients des écoulements souterrains à échelle régionale, reste néanmoins à être élucidée.
- (36) Le projet français ne met pas en cause une éventuelle future exploitation d'eaux souterraines au niveau du territoire luxembourgeois.
- (37) Le groupe se montre confiant qu'un **contrôle indépendant du projet est assuré**. En effet, l'ASN en tant qu'autorité séparée au plan fonctionnel de tout autre organisme ou organisation s'occupant de la promotion et de l'utilisation de l'énergie nucléaire, définit les objectifs qui doivent être retenus, dès les phases d'investigations d'un site et de conception de l'installation de stockage, pour permettre d'en assurer la sûreté après la fermeture de l'installation de stockage. Elle exige de prendre des précautions dépassant les normes communément admises pour les autres nuisances industrielles et assure également un contrôle indépendant pendant la construction et jusqu'à la fermeture de l'installation.
- (38) Le groupe reconnaît et salue la transparence pratiquée par les autorités et organisations françaises dans le cadre de ce projet. Bon nombre de documents sont en effet mis à disposition du grand public sur des sites Internet dédiés et/ou sont envoyés directement sur simple demande auprès de l'ANDRA, du CLIS ou de l'ASN. Lors de la visite sur place, le groupe a pu visiter l'intégralité des installations et recevoir des réponses à toutes les questions formulées.
- (39) **Le projet suit un calendrier déterminé par la législation**, qui, jusqu'à présent, a été scrupuleusement respecté – sans toutefois tenir compte toujours des avancements réels. Les recherches intensives dans le laboratoire n'ont en effet débuté qu'en 2003.

Sur demande luxembourgeoise, la DGSNR a même confirmé en 2003 que les travaux réalisés par l'ANDRA dans le laboratoire souterrain avaient pris un retard important, et qu'elle s'en préoccupait fortement. Or, deux années plus tard, l'ANDRA a publié son rapport de faisabilité et ainsi respecté le calendrier prévu par la loi. S'il est vrai que ce rapport ne se base pas exclusivement sur les recherches du laboratoire souterrain de Bure et que les recherches vont continuer jusqu'à la conception définitive du stockage, la façon dont ce retard a été ignoré, indique néanmoins une détermination certaine de vouloir réaliser le projet à la date projetée, même si des aspects scientifiques demandaient encore des recherches plus profondes.

- (40) La construction du stockage pourrait commencer en 2017 et la recherche serait poursuivie en parallèle pendant la période allant jusqu'à 2025 dans le laboratoire souterrain. Il semble dès lors peu probable que les résultats des recherches continues pourront encore influencer de façon significative la conception des installations de stockage.
- (41) Le groupe estime que **le calendrier pour la réalisation du projet français reste très, voire trop ambitieux** et que la date proposée de 2025, pour l'introduction du premier colis radioactif devrait être reportée de plusieurs années. Cette conclusion repose sur les prémisses suivantes :
- Au terme de cette première période de recherche, les caractéristiques géologiques de la région sont globalement connues et un concept de stockage a été développé. Cependant, et comme l'ont indiqué les évaluateurs, il reste encore des questions et certaines études nécessitent une expérimentation de plus longue durée. Ceci concerne notamment l'existence et l'influence de fractures à faible rejet ou latentes dans la roche et leurs conséquences pour les circulations de fluides et la stabilité des alvéoles.
 - Un des défis majeurs d'un stockage géologique de déchets radioactifs est la durée extrêmement longue pendant laquelle ces déchets devront être confinés. Alors qu'en général, un projet industriel offre la possibilité d'engager des mesures correctives au cours de son exploitation, tel n'est pas possible dans ce cas spécifique. Ceci explique l'importance primordiale de la phase de conception qui, par conséquent, nécessite un temps de réflexion adéquat.
 - Les modèles de l'analyse de sûreté développés dans le cadre de recherches internationales doivent prendre en compte des incertitudes de différentes natures (valeurs des paramètres, manque de connaissance de certains phénomènes, événements futurs, etc.). Même si des études de sensibilité permettent d'apprécier les incertitudes et d'en tenir compte, voire de démontrer que l'effet des incertitudes sur le résultat final est très faible, les modèles doivent encore être affinés pour accroître la crédibilité de ces évaluations.
 - Les études réalisées ne permettent pas de conclure de façon définitive que la géologie est homogène à travers toute la zone de transposition. En particulier, la présence de failles secondaires et de fractures, susceptibles de s'ouvrir, ne peut pas encore être exclue sur toute la zone.
 - Les défis techniques et scientifiques ne sont pas tous résolus. En particulier, l'analyse de sécurité à long terme, l'implémentation des effets microscopiques dans des modèles macroscopiques, l'influence des hétérogénéités dans le Callovo-Oxfordien, les effets liés à la production de gaz nobles et la mécanique des roches sous l'influence d'un stockage demande des recherches plus approfondies.
 - Le creusement de galeries souterraines introduit une fissuration de la roche sur quelques mètres de profondeur par décompression et déshydratation. Les effets de cette zone endommagée sur les propriétés de la roche de dissiper la chaleur produite par les déchets ne semble pas encore avoir été suffisamment analysée.

Aussi l'ingénierie minière devrait jouer un rôle plus important et il faudrait notamment développer davantage des techniques de creusement avec moins d'impact sur la roche.

- La question de la transmission des connaissances sur l'existence, la configuration et les caractéristiques du site de stockage aux générations futures n'a pas encore eu de réponse suffisante.
 - Une surveillance de certains facteurs chimiques et physique après le scellage des alvéoles de stockage est envisagée et fortement recommandée par le groupe, mais demande encore le développement d'instruments appropriés et fiables à long terme.
- (42) Le groupe est aussi d'avis que **le programme français néglige les alternatives** à un stockage en profondeur dans le Callovo-Oxfordien de la région de Bure. Aucun autre site n'a réellement été analysé sur sa capacité d'héberger éventuellement les déchets en question, comme le prévoyait la loi du 30 décembre 1991. L'entreposage à long terme proche de la surface a pratiquement été exclu comme alternative et les recherches sur la transmutation et la séparation ciblent essentiellement les déchets produits à l'avenir.
- (43) Un des critères pour le choix du site est l'absence de ressources rares exploitables en proximité. Les différentes roches aquifères situées au dessus et en dessous de la couche d'argilite en question du bassin parisien représentent cependant des intérêts potentiels pour la géothermie et pour le stockage de CO₂. Le groupe est d'avis que ces **intérêts futurs ne sont pas suffisamment pris en compte** dans la conception actuelle du projet. Il paraît en particulier extrêmement hasardeux de perturber le sous-sol par deux projets à long terme et à haut risque.
- (44) La réversibilité suppose de pouvoir, à tout moment, retirer les colis radioactifs de leurs alvéoles souterraines et de pouvoir revenir sur les choix de gestion des déchets. Ceci soulève de multiples questions. Actuellement on ne peut pas estimer pour combien de temps les alvéoles vont résister à la pression de la roche et donc permettre de retirer facilement les colis y stockés. En plus un stockage construit de façon réversible doit inévitablement faire des concessions à la sûreté du confinement. Il est aussi difficile de s'imaginer que l'on puisse revenir sur un projet chiffré, entre la construction et l'exploitation à 15 milliards d'euros. Le groupe est d'avis que **l'ANDRA devrait présenter deux conceptions de stockage**, dont l'une réversible et l'autre non-réversible, permettant ainsi à l'Assemblée nationale de baser sa décision sur des arguments de sûreté.

Recommandations

- (45) Le groupe recommande de mettre le dossier « Bure » régulièrement à l'ordre du jour des réunions de la Commission mixte franco-luxembourgeoise de sécurité nucléaire et d'y faire valoir les arguments avancés dans les conclusions de ce rapport.
- (46) Lors du dépôt et de l'instruction de la demande d'autorisation en 2015 en vue de la construction du stockage géologique, il serait recommandable de faire vérifier l'analyse de sûreté, soit par le groupe, soit par un expert indépendant.
- (47) Le groupe recommande de continuer à suivre le dossier « Bure ». D'un point de vue opérationnel, le groupe pourrait se réunir notamment en cas d'un événement spécifique ou sur demande d'un membre du groupe.
- (48) Enfin, le groupe recommande de rendre le présent rapport public.

Annexes

I. Calendrier

- 1991 : Une première loi pour étudier la faisabilité du stockage profond, qui charge l'Andra de mener les études et les recherches sur le stockage profond des déchets HA et MA-VL.
- 1994-1999 : Naissance du laboratoire souterrain - Travaux de reconnaissances géologiques pour l'implantation d'un laboratoire souterrain jusqu'en 1996. En 1997, enquête publique et consultation des collectivités locales candidates puis, en 1998, choix du site de Meuse/Haute-Marne par le Gouvernement pour l'implantation du Laboratoire souterrain. Enfin, en 1999, autorisation d'installation et d'exploitation du Laboratoire souterrain.
- 2000-2005 : Construction du Laboratoire et réalisation des recherches et expérimentations - Réalisation d'expérimentations scientifiques et d'essais technologiques au sein du Laboratoire souterrain pour démontrer la faisabilité d'un stockage profond. Réalisation de campagnes de forages depuis la surface à l'échelle du secteur.
- 2005-2006 : Démonstration de la faisabilité du stockage profond - Remise au Gouvernement du Dossier "Argile 2005", concluant à la faisabilité d'un centre de stockage profond des déchets HA et MA-VL. Débat public et évaluation du dossier.
- 2006 : Une deuxième loi pour concevoir un centre de stockage profond - Vote de la loi de programme du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs qui charge l'Andra de concevoir et d'implanter un centre de stockage pour les déchets HA et MA-VL.
- 2009 : Proposition d'une zone restreinte de 30 km² (dans celle de 250 km²) pour mener les études nécessaires à l'implantation des installations souterraines et de scénarios d'implantation des installations de surface ;

Présentation des choix techniques concernant la conception, la sûreté et la réversibilité du centre de stockage ;

Création d'un Espace technologique pour présenter le projet de centre de stockage profond et les différents robots et prototypes industriels réalisés par l'Andra dans le cadre de ce projet.
- 2010-2012 : Reconnaissances géologiques sur la zone restreinte (ZIRA) et étude des scénarios d'implantations.
- 2013-2014 : Débat public puis choix du site d'implantation par le Gouvernement.
- 2015 : Dépôt puis instruction de la « demande d'autorisation de création » du centre de stockage.
- 2016 : Vote d'une nouvelle loi définissant les conditions de réversibilité du stockage profond.
- 2017 : Début de la construction du centre de stockage, sous réserve de son autorisation.
- 2025 : Début de l'exploitation du centre de stockage.

II. Solutions envisagées pour la gestion de déchets radioactifs de haute activité au niveau international

Beaucoup des pays qui exploitent des centrales nucléaires sont engagés à chercher des solutions pour évacuer leurs déchets de haute activité, soit directement du combustible usé ou seulement les résidus hautement radioactifs après retraitement. Si certains pays réalisent déjà des vastes programmes de recherche et développent des projets concrets de construire un stockage géologique sur leur territoire, d'autres prévoient un stockage intermédiaire à long terme. Le tableau ci-dessous donne un aperçu des différentes approches.

Pays	Option CU*	Géologie cible	Maturité du projet
Allemagne	À décider	Dômes de sels	Dans le temps, des études ont été réalisées sur les dômes de sels. Actuellement les projets sont gelés par le moratoire nucléaire et l'entreposage est assuré sur plusieurs sites repartis dans le pays.
Belgique	Moratoire sur retraitement	Argile	Le laboratoire souterrain de Mol existe depuis 1975 et les recherches sont prévues jusqu'en 2040.
Bulgarie	Retraitement en Russie	À déterminer	Actuellement un stockage intermédiaire à long terme est envisagé.
Canada	Stockage	Granite	Des recherches sont menées dans un laboratoire souterrain à partir de 1980. Il n'y a pas de calendrier précis pour l'implantation d'un stockage géologique, mais le projet avance.
Espagne	À décider		Un stockage intermédiaire centralisé est prévu.
Etats-Unis	Stockage		Le site de Yucca Mountain (Nevada), seul site étudié depuis 1987 en vue de construire un stockage géologique a été rejeté en 2009.
Finlande	Stockage	Formation cristalline	La construction d'un stockage géologique pourrait débuter en 2012 avec une mise en exploitation vers 2020.
France	Retraitement	Argile	Des recherches sont menées dans le laboratoire souterrain de Bure à partir de 2003. La mise en exploitation d'un stockage géologique est prévue vers 2025.
Japon	Retraitement	Roches sédimentaires	Un appel à candidatures pour la sélection d'un site de stockage est organisé, tandis que deux laboratoires de recherche souterrains sont en construction.
Pays-Bas	Stockage	À déterminer	Un stockage intermédiaire pour 100 ans est envisagé.
République Tchèque	Stockage	À déterminer	Un stockage intermédiaire à long terme est envisagé.

Royaume-Uni	Retraitement	À déterminer	L'objectif est le stockage en formation géologique, précédé d'une période d'entreposage laissant le temps nécessaire aux recherches.
Russie	Retraitement et stockage		Un stockage intermédiaire à long terme est envisagé.
Suède	Stockage	Granite	La construction d'un stockage géologique pourrait débuter en 2015 avec une mise en exploitation vers 2023.
Suisse	Choix est attendu pour 2015	Granite ou argiles	D'importantes recherches souterraines ont été menées depuis de longues années. Actuellement un site pour l'implantation d'un stockage géologique est cherché. Sa construction pourrait débuter en 2040.

Tab. 1 : Récapitulatif des politiques en matière de la gestion des déchets radioactifs de haute activité

**) Certains pays ont choisi de stocker directement le combustible usé (CU), d'autres retraitent le CU et seulement les résidus radioactifs, issus de ce traitement sont classés comme déchet radioactif*

III. Composition du groupe interministériel

Le groupe est composé comme suit :

- Sophie Capus, géologue, Division des déchets (Ministère du Développement durable et des Infrastructures) ;
- Marie-France Speck, hydrogéologue, Division des Eaux Souterraines et des Eaux Potables (Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région) (jusqu'au début 2009) ;
- Tom Schaul, hydrogéologue, Division des Eaux Souterraines et des Eaux Potables (Ministère de l'intérieur et à la Grande région) (à partir de 2009) ;
- Robert Colbach, géologue, Service géologique (Ministère du Développement durable et des Infrastructures) ;
- Marc Hübsch, secrétaire de légation, Direction des relations économiques internationales (Ministère des Affaires étrangères) ;
- Patrick Majerus, expert en radioprotection, Division de la radioprotection (Ministère de la Santé).

Pour la rédaction du présent rapport, le groupe s'est également assuré l'assistance du Professeur Antoine Kies de l'Université du Luxembourg, expert en matière de diffusion de substances radioactives dans l'environnement.

IV. Instruments de droit international

Si la conception et la construction d'un stockage pour déchets radioactifs repose sur la souveraineté de l'Etat français, il y a toutefois deux instruments qui valent d'être évoqués :

L'article 13, points 1(IV) et 2 de la Convention Commune (CC)

Choix du site des installations en projet

1. Chaque Partie contractante prend les mesures appropriées pour que des procédures soient mises en place et appliquées pour une installation de gestion de déchets radioactifs en projet, en vue:

- iv) De consulter les Parties contractantes voisines d'une telle installation, dans la mesure où celle-ci est susceptible d'avoir des conséquences pour elles, et de leur communiquer, à leur demande, des données générales concernant l'installation afin de leur permettre d'évaluer l'impact probable de celle-ci en matière de sûreté sur leur territoire.

2. Ce faisant, chaque Partie contractante prend les mesures appropriées pour que telles installations n'aient pas d'effets inacceptables sur d'autres Parties contractantes en choisissant leur site conformément aux prescriptions générales de sûreté énoncées à l'article 11.

L'article 37 du traité EURATOM :

« Each Member State shall provide the Commission with such general data relating to any plan for the disposal of radioactive waste in whatever forms will make it possible to determine whether the implementation of such plan is liable to result in the radioactive contamination of the water, soil or airspace of another Member State. The Commission shall deliver its opinion within six months, after consulting the group of experts referred to in Article 31. »

**V. Conclusions du Prof. Baer – Extrait de son rapport de synthèse
« Géologie et Hydrogéologie de la Région séparant le Luxembourg
du site du Laboratoire Souterrain de Bure »**

La question posée est de savoir si des déchets radioactifs évacués dans le site de Bure pourraient avoir un effet nocif pour le Luxembourg. La problématique de la création d'un tel site d'évacuation n'est pas abordée ici.

On sait que le stockage final de déchets radioactifs de haute activité en site géologique est prévu selon un schéma identique par tous les pays qui y travaillent actuellement, p. ex. la Finlande, la France, la Suède, la Suisse et les États-Unis d'Amérique.

Ce schéma comprend la fabrication de colis étanches contenant ces déchets et leur enfouissement dans des couches géologiques imperméables à des profondeurs de plusieurs centaines de mètres.

Le modèle dont procède cette approche n'est pas que ces déchets aient ainsi disparu à tout jamais de la biosphère. Mais puisque leur radioactivité, donc leur toxicité, décroît avec le temps, c'est que les barrières ainsi créées à leur mobilisation éventuelle soient suffisamment efficaces pour que, lors d'une réapparition possible dans la biosphère, leur radioactivité ne pose plus de problème à l'humanité et à son environnement. Pour des déchets de longue durée de vie, les périodes considérées sont habituellement de l'ordre de plusieurs centaines de milliers d'années.

Dans le cas qui nous occupe, il s'agit donc de considérer trois types de barrières, les colis contenant les déchets, les roches argileuses dans lesquelles ils seraient enfouis et enfin la géologie et l'hydrogéologie de la région séparant Bure du Luxembourg.

(a) les colis

En collaboration, d'ailleurs avec de nombreuses institutions de divers pays, l'ANDRA a entrepris plusieurs études sur les colis possibles. A l'heure qu'il est, la situation est qu'on peut facilement construire des colis capables de résister 1000 ans à la corrosion. Des parois plus épaisses (quelques centimètres) ou d'autres métaux (cuivre au lieu d'acier par exemple) permettraient même de garantir l'étanchéité de ces colis pour plusieurs milliers d'années.

(b) les argilites callovo-oxfordiennes

Ces argilites à très faible perméabilité font l'objet de nombreuses études, tant stratigraphiques qu'hydrogéologiques, géologiques et géophysiques. Leurs propriétés

physiques et chimiques sont maintenant bien connues. Leur faible perméabilité, en font une roche particulièrement favorable. Les mesures sur échantillons, ainsi que l'analyse du déplacement d'éléments naturels dans les argilites de la formation du Callovo-Oxfordien, indiquent que la diffusion est un mécanisme de transport dominant dans les argilites. Les vitesses de déplacement correspondant à ces phénomènes sont très lentes, de l'ordre de quelques dizaines de mètres pour 100 000 ans.

Ces argilites sont physiquement très semblables à celles du laboratoire souterrain du Mont Terri (Jura suisse) dont la CEDRA (équivalent suisse de l'ANDRA) voudrait tirer parti pour la création d'un site d'évacuation de déchets nucléaires de haute activité.

Sur la base des connaissances disponibles, ces argilites du Callovo-Oxfordien se prêteraient bien à la création d'un stockage définitif de déchets nucléaires.

(c) les cheminements possibles des eaux entre Bure et le Luxembourg

- les eaux de surface

Il n'existe pas d'écoulement des eaux de surface entre Bure et Luxembourg qui sont situés dans deux bassins versants différents. La seule connexion théorique par le canal de la Marne au Rhin passe par un point haut. Il n'y a donc pas d'écoulement par gravité. Dans le pire des cas il faudrait imaginer une capture de rivière, comme ce fut le cas pour la capture de la Moselle près de Toul à la fin du Riss (~80 000 années).

- les eaux de profondeur

Selon ANDRA la roche hôte est seulement le siège de phénomènes de diffusion. L'advection par contre existe en plus dans les roches encaissantes. Les formations du Dogger et de l'Oxfordien, qui encadrent la formation du Callovo-Oxfordien, sont aquifères. Les eaux souterraines doivent d'abord quitter les argilites du Callovo-Oxfordien et ceci par diffusion, à une vitesse de diffusion de quelques dizaines de m en 100 000 ans.

Les eaux situées dans les roches stratigraphiquement au-dessus des argilites (Jurassique supérieur et Crétacé inférieur) ne pourraient parvenir jusqu'à Luxembourg qu'en suivant des fractures leur permettant de passer en profondeur. En effet, l'érosion a enlevé les couches en question dans la région de Luxembourg et si l'eau les suivait, elle parviendrait en surface, ce qui rejoindrait le cas précédent. Les eaux contenues dans des roches stratigraphiquement en dessous des argilites pourraient a priori avoir un exutoire dans la vallée du Rupt de Mad et parvenir en surface via la Moselle à Luxembourg. Le temps de transit se compose d'un temps de transit vertical à travers les argilites ($t \sim$ quelques centaines de milliers d'années) et du temps de transit horizontal par convection dans l'aquifère du Dogger. Ce dernier temps de transit, sensiblement plus court, n'a actuellement pas encore été évalué. Ce que l'on peut dire pour l'instant, c'est qu'un tel scénario n'est pas impossible, mais certainement très peu plausible. On peut donc résumer ainsi les conséquences pour les eaux potables et thermo-minérales de Luxembourg.

L'aquifère du Dogger existe à Luxembourg seulement en position d'affleurement surélevé. Quelques sources situées à une cote relativement élevée ne sont pas affectées. Une contamination des sources et forages actuels dans l'aquifère des Grès de Luxembourg est peu plausible. Dans l'éventualité peu probable que l'aquifère du Dogger soit déjà contaminé, il faudrait qu'en plus il existe une drainance entre l'aquifère du Dogger et l'aquifère des grès de Luxembourg. Pour cela les eaux devraient traverser verticalement un paquet de marnes du Lias supérieur de plus de 300 m d'épaisseur.

Les sources thermo-minérales provenant du Muschelsandstein et des grès du Trias inférieur du Grand-Duché de Luxembourg sont encore mieux protégées que les ressources du Grès de Luxembourg.

Toutefois une question reste ouverte. Les gradients des écoulements souterrains dépendent non seulement des conditions aux limites imposées par les rivières, mais aussi des régimes de pompage actuels et futurs. A-t-on tenu compte de tous les pompages actuels ? A-t-on simulé des scénarios de pompages futurs ?

Scénario "catastrophe"

S'il fallait, sur la base des connaissances disponibles, imaginer le scénario le plus défavorable possible, il pourrait se présenter de la manière suivante :

Dans une première phase, les enveloppes des déchets radioactifs stockés à Bure sont peu à peu corrodées, les déchets entrent en contact avec d'éventuelles eaux souterraines dans les argilites. La première "barrière" est donc franchie, c'est maintenant la roche elle-même qui forme une enveloppe.

Dans une deuxième phase, et pour des raisons que nous n'avons pas à examiner ici, les eaux souterraines parviennent jusqu'aux déchets et entraînent une partie au moins de leurs éléments radioactifs vers les couches plus profondes. Il se crée une traînée (un panache) d'eau radioactive qui suit le mouvement général de l'eau souterraine dans la région. La deuxième "barrière" est franchie.

Dans une troisième phase, et par des cheminements que l'on n'est pas en mesure de définir maintenant mais qui ne sont en théorie pas absolument impossibles, l'eau souterraine contaminée avance vers le Nord et finit par atteindre le Luxembourg.

Un tel scénario-catastrophe est-il plausible ? Dans quelles conditions ?

L'on a une assez bonne idée de la résistance des enveloppes de colis à la corrosion et on peut même estimer l'ordre de grandeur du temps nécessaire pour que ces colis "fuient". Les modèles considèrent des durées de l'ordre de 1000 ans ou davantage.

Par contre, de nombreuses inconnues entourent le nombre d'années nécessaire pour que l'eau entraîne des éléments radioactifs hors des argilites. Une étude récente (Marty et al. 2003) dans la région de Bure montre que les eaux du Trias qui sont séparées de celles du Dogger par environ 600 m. de niveaux argileux n'ont pas été en contact les unes avec les autres depuis au moins 30.000 ans. Ce chiffre est un minimum et la séparation a peut-être duré 50.000 ou 100.000 ans ou davantage. Les auteurs du travail en question concluent que la circulation des eaux à travers des niveaux argileux n'est possible que le long de plans de fracture éventuels. Les mesures faites sur des échantillons d'argilite de la région de Bure indiquent, elles, des vitesses de circulation de l'eau dans ces roches de l'ordre de quelques dizaines de mètres par 100.000 ans.

Pour ce qui est des conditions dans lesquelles les eaux profondes de Bure pourraient atteindre le Luxembourg et dans quel intervalle de temps, il n'est guère possible de le deviner. On sait tout au plus que la modélisation existante indique un écoulement systématique des eaux du Dogger vers l'Ouest et le Nord. (fig. 6., Viennot et Claisse). On sait aussi que les structures qui accompagnent la faille de Metz pourraient soit représenter un mur à la circulation d'eau en direction du Nord, soit drainer cette eau vers le NE ou vers le SW.

S'il fallait à tout prix deviner aujourd'hui le temps que pourrait mettre de l'eau souterraine de Bure pour parvenir au Luxembourg, dans le pire des cas on pourrait articuler un chiffre minimum de l'ordre de plusieurs centaines de milliers d'années sans grand risque de se tromper, mais cette durée pourrait tout aussi bien être de l'ordre du million d'années.

Il est plus difficile d'exclure pour un avenir très lointain (quelques centaines de milliers d'années) tout risque de menace des eaux de la Moselle par l'intermédiaire des exfiltrations de l'aquifère du Dogger dans l'Orne et le Rupt de Mad.

VI. Glossaire

AEN/OCDE	Agence pour l'Energie Nucléaire / Organisation de Coopération et de Développement Économiques.
AIEA	Agence International de l'Energie Atomique
ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs – Établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle des ministères en charge de l'énergie, de l'environnement et de la recherche. L'ANDRA est chargée de trouver, de mettre en œuvre et de garantir des solutions sûres pour protéger les générations présentes et futures de l'impact des déchets radioactifs produits en France.
ASN	Autorité de sûreté nucléaire (France) - L'ASN assure, au nom de l'Etat, le contrôle indépendant du nucléaire pour protéger le public, les patients, les travailleurs et l'environnement.
CC	Convention commune sur la sûreté du combustible usé et de la gestion des déchets radioactifs, faite à Vienne le 5 décembre 1997, signée par le Grand-Duché de Luxembourg en date du 1 ^{ier} octobre 1997 et ratifiée le 20 juin 2001.
CLIS	Le Comité Local d'Information et de Suivi du Laboratoire souterrain de recherche sur la gestion des déchets radioactifs de Bure.
CU	Combustible usé
DGSNR	Direction générale de la sûreté nucléaire et de radioprotection. La DGSNR était l'autorité de sûreté des installations nucléaires de base en France entre 2002 et 2006. Les missions et compétences sont aujourd'hui attribuées à l'ASN.
DSIN	Direction de la Sûreté des Installations Nucléaires. La DSIN était l'autorité de sûreté des installations nucléaires de base en France entre 1991 et 2002.
EU	Union Européenne
HA	Haute activité - (dans le contexte de la classification des déchets radioactifs)
IRSN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (France) – L'IRSN effectue des recherches et des expertises sur les risques liés à la radioactivité.
LSMHN	Laboratoire de Recherche Souterrain de Meuse/Haute-Marne
MA-VL	Moyenne activité – vie longue - (dans le contexte de la classification des déchets radioactifs)
ZIRA	Zone d'intérêt pour la reconnaissance approfondie pour le stockage réversible profond.

VII. Documents consultés et bibliographie

- A. Baer ; M. Geister ; Synthèse – Géologie et Hydrologie de la Région séparant le Luxembourg du site du Laboratoire Souterrain de Bure.
- ASN – Guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde, Version du 12/02/2008.
- Attitudes towards radioactive waste – Special Eurobarometer 297.
- Avis n° 2010-AV-0084 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 5 janvier 2010 sur le dossier de l'agence nationale de gestion des déchets radioactifs (ANDRA) relatif à la proposition d'une zone d'intérêt pour la reconnaissance approfondie et de scénarios d'implantation en surface pour un stockage réversible en formation géologique profonde.
- Avis de l'Autorité de Sûreté Nucléaire sur les recherches relatives à la gestion des déchets de haute activité et à vie longue (AVL) menées dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991 et liens avec le PNGDR-MV.
- Avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire sur le Dossier 2005 Argile – Rapport DSU n°106 - <http://www.irsn.org/index.php?page=Librairie/Rapportsexpertises/rapports2006>.
- Avis et recommandation du groupe permanent d'experts pour les installations destinées au stockage à long terme des déchets radioactifs du 12.12.2005 concernant l'examen du « Dossier 2005 Argile ».
- B. Cramer, C. Saisset ; La descente aux enfers nucléaires: mille milliards de becquerels dans la terre de Bure ; Paris (France) Editions l'Esprit Frappeur 2004 188 p, ISBN 2-84405-210-X.
- B.R.W. Haverkate, Review of Current Disposal Concepts concerning Measures for Retrievability, ESDRED Project 21359/05.65294/C, Petten, May 2005.
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe ; Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen Deutschlands – Untersuchung und Bewertung von Tongesteinsformationen – Berlin/Hannover, April 2007.
- C. Pescatore, The Safety Case Concept, its History and Purposes, Symposium – Safety Cases for the deep disposal of radioactive waste : Where do we stand ?, January 2007.
- Caractérisation d'une formation argileuse, Synthèse des principaux résultats obtenus à partir du tunnel de Tournemire, A.Barbreau & J.-Y. Boisson, Commission européenne, Direction générale Science, recherche et développement, unité "Cycle du combustible, déchets radioactifs", 1994
- Christian Bataille : Rapport sur les possibilités d'entreposage à long terme de combustibles nucléaires irradiés – N°3101 Assemblée Nationale (30.05.2001) – N°347 Sénat (31.05.2001).
- Comité Local d'Information et de Suivi du Laboratoire de Bure – www.clis-bure.com.
- Commissariat à l'énergie atomique ; Le conditionnement des déchets nucléaires ; ISBN 978-2-281-11379-2, Paris 2008.
- Commission Nationale d'Évaluation ; Des recherches et études relatives à la gestion des matières et des déchets radioactifs ; Rapport d'évaluation n°3, juin 2009.
- D.A. Galson et.al, The treatment of uncertainty in performance assessment and safety case development : State-of-the-art overview, PAMINA-Project, Report 06/08/07.
- Débat public en 2006 - www.debatpublic-dechets-radioactifs.org/.
- Dépliant ; L'Andra en Meuse/Haute-Marne – Projet de centre de stockage profond des déchets HA et MA-VL.
- Dossier 2005 Argile - à télécharger sur : http://www.andra.fr/index.php?id=edition_1_1_1&recherche_thematique=2.
- European Commission – EURATOM Research Projects and Training Activities – EUR 21228.
- European Commission – Implementing Geological Disposal of Radioactive Waste Technology Platform – Vision Report – EUR 24160
- European Commission – Partitioning and Transmutation – EUR 19785.

- Geological challenges in radioactive waste isolation, Third worldwide review, Edited by P.A. Witherspoon, G.S. Bodvarsson, University of California, 2001
- GROUPE PERMANENT D'EXPERTS POUR LES INSTALLATIONS DESTINÉES AU STOCKAGE A LONG TERME DES DÉCHETS RADIOACTIFS - Avis relatif à l'examen du "Dossier 2005 Argile", Fontenay-aux-Roses, le 15 décembre 2005.
- Guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde, ASN, Version du 12/02/2008.
- Hans Forsström, Current situation of geological disposal in the EU, EURADWASTE '08.
- <http://burestop.free.fr> - consulté en août 2009.
- <http://burezonelibre.free.fr/site/pages/2-1lutte.htm> - consulté en novembre 2009
- <http://www.greenpeace.org/france/news/nuits-dechets2005> - consulté en août 2009.
- IAEA-TECDOC-1563 : Spent Fuel and High Level Waste: Chemical Durability and Performance under Simulated Repository Conditions Results of a Coordinated Research Project 1998–2004 ; ISBN 978-92-0-106007-5.
- Inventaire national des déchets radioactifs et des matières valorisables, ANDRA, 2006.
- J. Delay ; Overview of the current and planned activities in the French underground research laboratory at Bure ; International topical meeting TOPSEAL 2006. Transactions 2006 178 p. p. 132-136.
- JRC – European Commission – Geological disposal : technically ripe for implementation – NewsRelease, Brussels, 01 October 2009.
- La loi 91-1381 du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs (loi Bataille).
- La loi de programme du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs.
- Les démonstrateurs technologiques — ANDRA-310 - Février 2008 - ISSN : 1629-7237.
- Les recherches menées sur le site du laboratoire souterrain de Bure - Situation en mars 2003 – Rapport réalisé par la DGSNR sur demande de l'Ambassadeur du Luxembourg en France.
- P. Landais ; Radionuclide migration conceptual models selected for the performance assessment of a potential HLLL radioactive waste disposal facility in a clay environment (Meuse/Haute-Marne, France) ; MIGRATION 2005: 10. international conference on chemistry and migration behaviour of actinides and fission products in the geosphere Avignon (France) 18-23 Sep 2005.
- Paul Kayser : Rapport d'une Conférence sur la gestion des déchets radioactifs / Projet français de Bure, mars 2002.
- Position de l'ASN sur la faisabilité, la sûreté et la qualité des recherches menées à Bure. - <http://www.asn.fr>.
- Position du Réseau « Sortir du Nucléaire » - <http://www.sortirdunucleaire.org> (en août 2009).
- Rapport de la Commission nationale d'évaluation instituée par la loi du 30 décembre 1991 (1) : Réflexions sur la réversibilité des stockages – Juin 1998.
- Rapports nationaux des parties contractantes de la Convention commune sur la sûreté du combustible usé et de la gestion des déchets radioactifs – Edition 2009.
- Scott Altmann et. al, Radionuclide migration in clay-rich host formations : process understanding, integration and upscaling for safety case use, EURADWASTE '08.
- Stockage définitif des déchets de haute activité : Calendrier de mise en œuvre ; OECD 2008 – AEN n°6245.
- Sûreté du stockage géologique de déchets radioactifs HAVL en France – Examen international par des pairs du « Dossier 2005 Argile » concernant le stockage dans la formation du Callovo-Oxfordien – ISBN 92-64-02300-3 – OECD 2006, NEA n° 6179 – à télécharger sur : <http://www.nea.fr/html/pub/ret.cgi?id=6179>.