

Rencontre avec l'ANDRA

12 décembre 2012

Chocolaterie

Commission énergie EELV : Blavette G, Laponche B, Vincent D.

ANDRA : Boissier F (directeur Risk management division), Hoorelbeke JM (directeur adjoint des programmes)

1

quelques considérations générales

La rencontre a duré deux heures. Elle s'est déroulée de manière très cordiale sans ordre du jour précis ni programme clairement phasé. On peut parler d'une longue conversation qui a permis aux interlocuteurs de mieux se connaître et d'appréhender les positions de chacun.

Boissier et Hoorelbeke sont deux ingénieurs très dignes qui s'efforcent de mettre en œuvre au mieux la mission qui leur a été confié... sans avoir la moindre conscience du contexte général dans lequel s'inscrit le projet de stockage en couche géologique profonde. Ainsi sont ils très "pointus" sur toutes les questions techniques portant spécifiquement sur le Cigéo et les missions de l'ANDRA, n'hésitant pas à faire part de leur embarras sur quelques sujets, mais deviennent très approximatifs sur des sujets d'ordre général.... Il n'y a qu'au sujet des caractéristiques géologiques du site que Boissier a invoqué des arguments d'autorité coupant court à tout dialogue sur ce point.

Ouverture de la conversation par Fabrice Boissier

- première rencontre avec EELV début 2012 avant les présidentielles en présence de Denis Baupin et Thomas Matagne. Les discussions ont porté sur trois points :
 - ✓ une présentation du projet Cigéo,
 - ✓ une discussion sur les alternatives,
 - ✓ puis sur la gouvernance du stockage en couche géologique profonde.

Les échanges sont restés très généraux et il a été convenu d'une nouvelle rencontre.

- après plusieurs mois, cette seconde rencontre se réalise enfin et permet de débattre des derniers développements du projet Cigéo alors que le débat public aura lieu en 2013¹.

¹ http://www.debatpublic.fr/docs//communiqu%C3%A9_decisions/communiqu%C3%A9decisioncndp-7-novembre-2012.pdf
http://www.debatpublic.fr/docs//communiqu%C3%A9_decisions/communiqu%C3%A9decisioncndp-5-d%C3%A9cembre-2012.pdf
réponse de l'ANDRA à la CNDP : http://www.andra.fr/download/site-principal/document/communiqu%C3%A9_de_presse/debat_public-2013.pdf

Le projet Cigéo doit faire l'objet d'un débat public. C'est une condition préalable à la demande d'autorisation de construction (DAC) inscrite dans la loi de 2006 sur la gestion des matières et déchets radioactifs. Il doit intervenir en 2013.

La procédure du débat public a été créée en France en 1995 pour assurer l'information et la participation des citoyens en amont des décisions sur les projets d'aménagement ou d'équipement d'intérêt national ayant une incidence importante sur l'environnement ou sur l'aménagement du territoire. La commission nationale du débat public (CNDP) est l'autorité administrative indépendante chargée d'organiser et d'animer ces débats publics.

La procédure de débat public suit un certain nombre d'étapes qui peuvent varier selon la nature du projet. Dans le cas de Cigéo, elle se déroulera comme suit :

- En tout premier lieu, le maître d'ouvrage adresse une **saisine** à la CNDP. Pour Cigéo, cette saisine a été envoyée par l'Andra le 9 octobre 2012.
- La CNDP statue sur la saisine, dans un délai de deux mois maximum, en décidant d'organiser ou non le débat public. Cette décision fait l'objet d'une publication au Journal Officiel.
- La CNDP désigne le **président de la Commission particulière du débat public (CPDP)** dans un délai de quatre semaines. La CPDP est chargée de veiller au respect de la participation du public au processus d'élaboration des projets et plus concrètement d'organiser et d'animer le débat public. C'est elle qui fixe les modalités précises du débat : nombre, lieux et thèmes des réunions publiques, autres formes de participation.
- Le maître d'ouvrage dispose ensuite de six mois pour préparer le **dossier à soumettre au débat**. Ce dossier, à destination du grand public, est constitué suivant les indications de la CNDP. Il peut être complété à la demande du président de la CPDP avec tous documents jugés nécessaires au débat.
- Lorsque la CNDP estime que le dossier du débat est complet, elle en accuse réception puis décide et publie la date d'ouverture et le programme **des réunions publiques** qui s'étalent sur quatre mois. Ce délai peut être prolongé de deux mois au maximum par une décision motivée de la CNDP.
- Dans un délai de deux mois à compter de la date de clôture du débat, le président de la CPDP établit un **compte rendu du débat public** et le président de la CNDP en dresse le **bilan**.
- Le maître d'ouvrage décide, dans un délai de trois mois après la publication du bilan du débat public, par un **acte qui est publié**, du principe et des conditions de la poursuite de son projet. Il précise, le cas échéant, les principales modifications apportées au projet. Cet acte est transmis à la CNDP.²

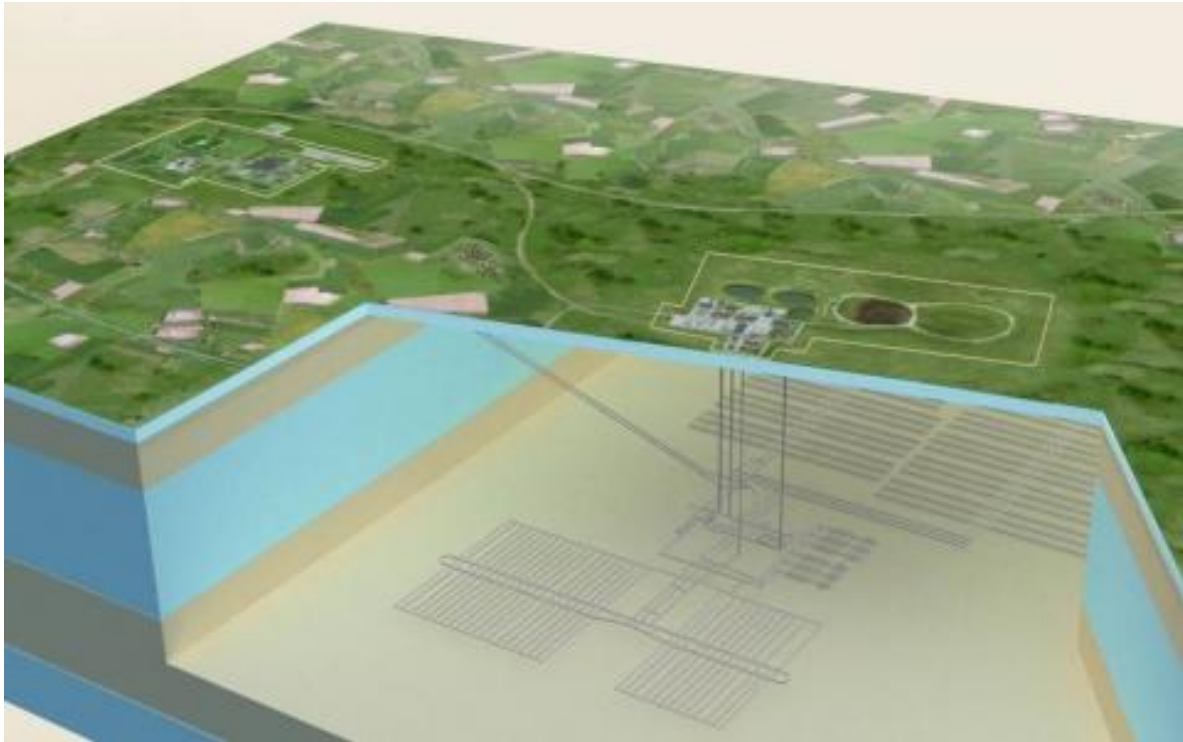
Présentation du projet Cigéo

- F Boissier rappelle l'historique du projet en présentant les grandes lignes de la loi de 2006 sur la gestion à long terme des matières radioactives³. Son objectif principal est de prouver que le temps presse. Pour l'ANDRA, il est urgent que le débat public ait lieu de manière à lancer les procédures administratives de création de l'installation et au plus tôt les travaux. La date la plus importante qui reviendra sans cesse tout au long des discussions est celle de **2025**.

² <http://www.cigeo.com/calendrier-debat-public/un-debat-public-en-2013>

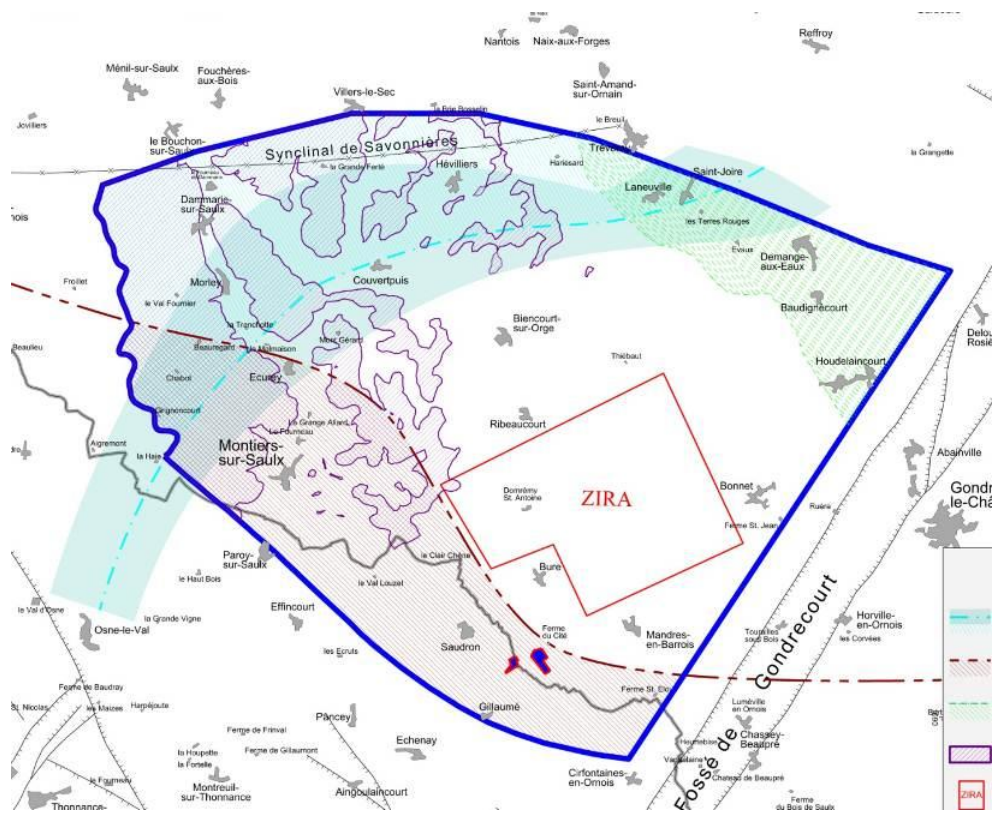
³ <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000240700&dateTexte=&categorieLien=id>

présentation actualisée du profil générale du projet⁴



3

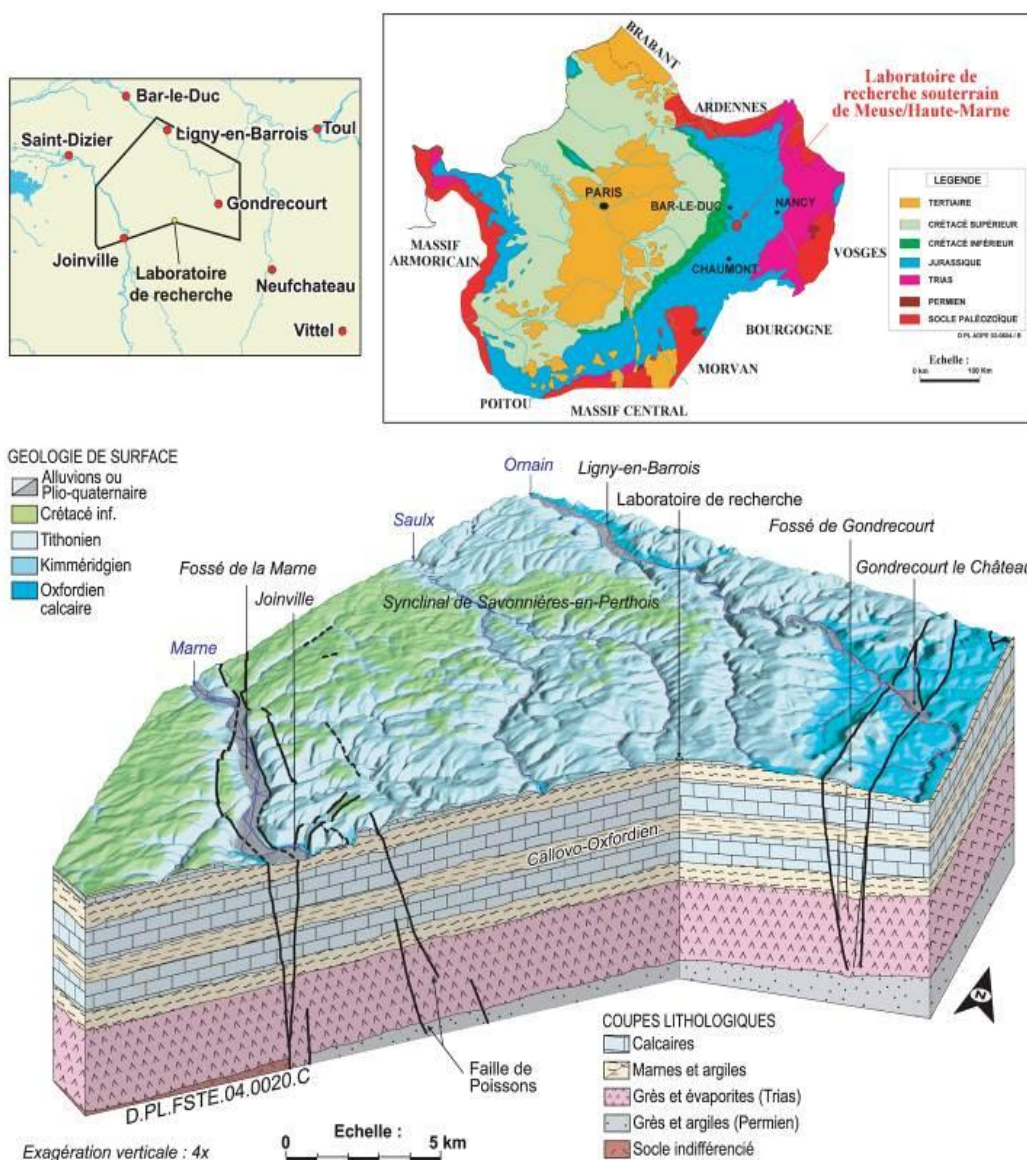
situation du projet (zira)⁵



⁴ <http://www.andra.fr/pages/fr/menu1/les-solutions-de-gestion/concevoir-un-centre-de-stockage-pour-les-dechets-ha-et-ma-vl-84.html>

⁵ <http://www.cigeo.com/la-localisation-des-installations>

Profil géologique du site⁶



L'argilite du Callovo-Oxfordien possède des propriétés remarquables pour le confinement à long terme des radionucléides contenus dans les déchets :

- Les compositions chimiques de la roche et de l'eau qu'elle contient limitent la dissolution de nombreux radionucléides, comme ceux de la famille de l'uranium (les actinides) empêchant ainsi leur déplacement dans la roche.
- La très faible perméabilité du Callovo-Oxfordien limite les circulations d'eau à travers la couche (quelques centimètres par centaine de milliers d'années) et s'oppose au transport des radionucléides par l'eau en mouvement (convection). La migration des éléments chimiques solubles se fait très lentement par diffusion (déplacement des éléments dans l'eau).
- Outre sa perméabilité très faible, les capacités de confinement du Callovo-Oxfordien tiennent à la nature de la roche argileuse, qui est constituée d'empilements de feuillets entre lesquels les radionucléides peuvent se fixer.

La couche du Callovo-Oxfordien étudiée autour du site du Laboratoire souterrain présente donc des caractéristiques très favorables au regard des critères de choix de site définis par [le guide de sûreté de l'ASN](#).

⁶ <http://www.cigeo.com/la-localisation-des-installations/une-geologie-favorable-au-stockage-profond-en-meusehaute-marne>

- L'ANDRA considère disposer aujourd'hui d'une expérience technique suffisante à l'issue de plusieurs années d'étude et de développement sur le site du laboratoire de Bure. Des incertitudes ont été levées, des choix techniques réalisés et le profil général du projet est enfin arrêté. Les travaux ont débuté en août 1999. En Novembre 2004, la galerie expérimentale est ouverte à - 445 m :

Depuis 2004, et la construction des premières galeries du Laboratoire souterrain, de nombreuses expérimentations scientifiques ont été mises en place⁷.

Certaines expérimentations ont été élaborées en collaboration avec différents laboratoires souterrains étrangers (en particulier ceux du [Mont-Terri](#) en Suisse et de [Mol](#) en Belgique). Ce travail en amont a permis à l'Andra d'être immédiatement opérationnelle sur le site de Meuse/Haute-Marne.

L'objectif de ces expérimentations est de compléter les données déjà acquises sur les caractéristiques de la roche argileuse et ses capacités à confiner des déchets radioactifs et d'étudier la réponse de la roche aux perturbations induites par le stockage. Depuis 2005, elles permettent aux scientifiques de recueillir des données de nature géomécanique, géochimique et thermique. Ces différentes mesures ont nécessité l'instrumentation de la roche, c'est-à-dire la réalisation de 600 forages directement à partir des galeries expérimentales et l'installation de plus de 3200 capteurs (au 11/11/2012).

Jusqu'en 2006 ces expérimentations portent notamment sur :

- la caractérisation de l'eau contenue dans la roche
- le comportement mécanique de la roche après creusement
- le comportement thermique de la roche suite à un échauffement (qui serait induit par les colis HA au sein de l'argilite)
- les propriétés de diffusion et de rétention des éléments radioactifs.

Suite à la loi de 2006 demandant à l'Andra de concevoir et d'implanter un stockage, le Centre de Meuse/Haute-Marne entre dans l'industrialisation du projet Cigéo. Les expérimentations techniques et scientifiques portent sur :

- L'étude de l'évolution de comportement de la roche après creusement
- Le test de nouvelles techniques de creusement (machine à attaque ponctuelle depuis 2009 et tunnelier à attaque ponctuelle en 2013)
- Les essais de creusement d'alvéoles de stockage pour les déchets HA
- Le comportement des matériaux dans la roche (verre, acier, béton)
- Les interactions entre les matériaux et la roche
- Les expérimentations scientifiques réalisées avant 2006 se poursuivent et se complexifient (essais de thermique avec trois résistances chauffantes espacées afin de simuler les alvéoles HA, essais de diffusion de traceurs radioactifs dans l'argilite...)

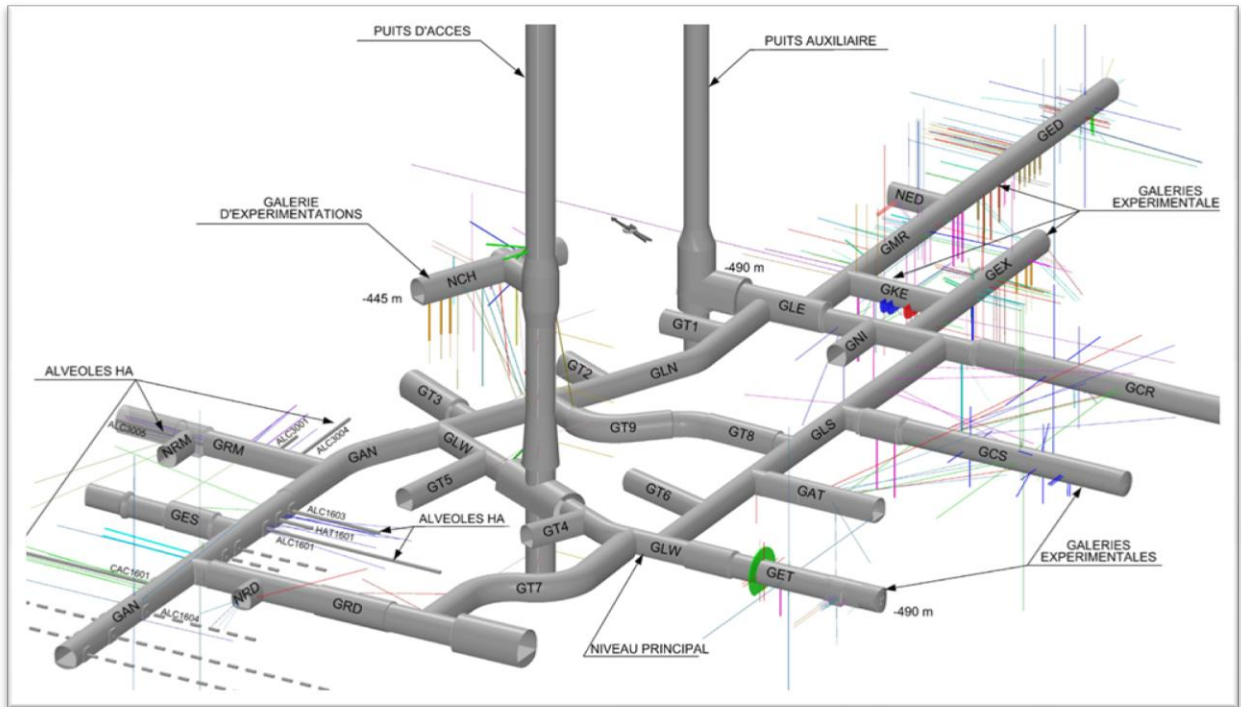
Les expérimentations scientifiques et techniques se poursuivront au-delà de la mise en exploitation du stockage.

Le programme expérimental en chiffres (de 2004 à 2012) :

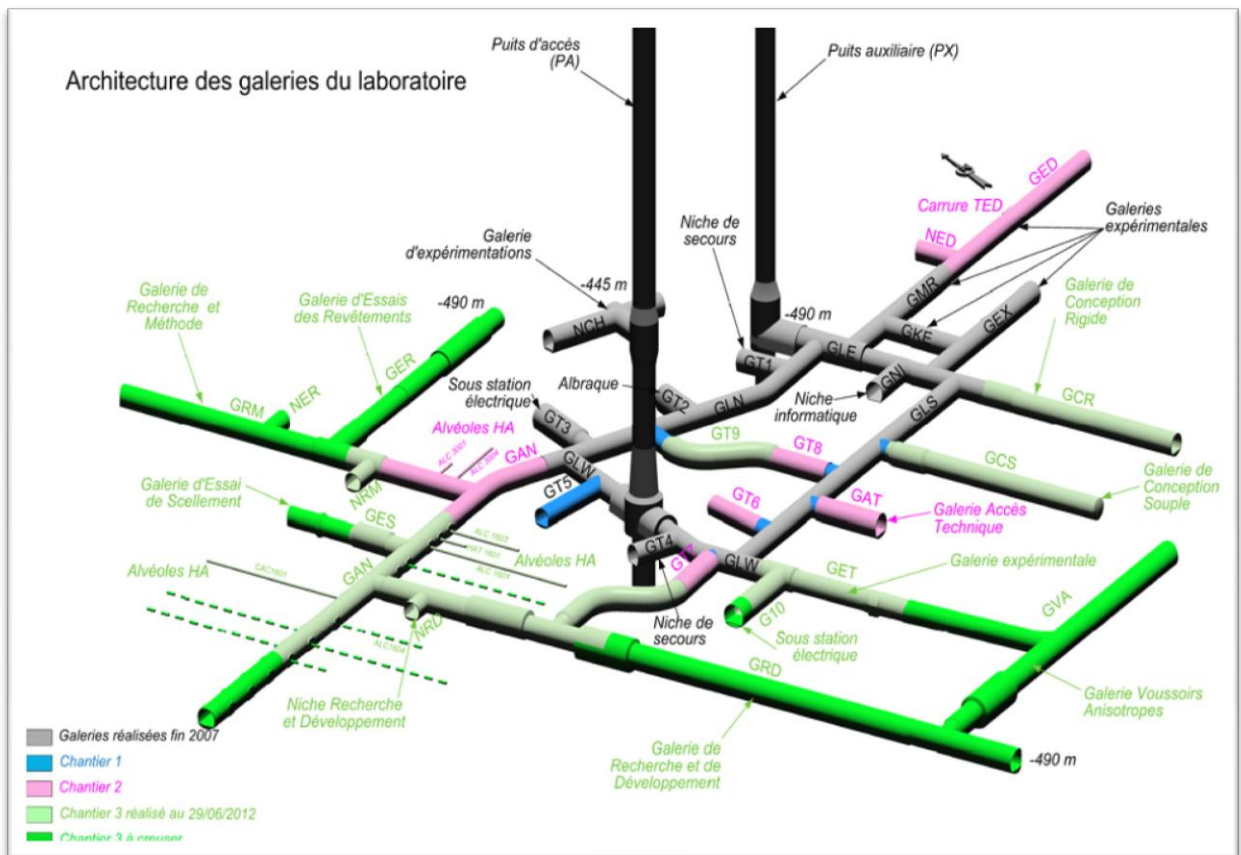
- 44 forages profonds depuis la surface
- 40 mètres de galeries à -445 m
- 1200 mètres de galeries à -490 m (septembre 2012)
- 600 forages depuis les galeries souterraines
- 3200 capteurs
- 6000 points de mesure dans le laboratoire
- 290 points de mesure dans les puits
- 11657 mètres de forages carottés

⁷ <http://www.andra.fr/andra-meusehautemarne/pages/fr/menu18/le-laboratoire-souterrain/les-experimentations-1514.html>

schéma des galeries du laboratoire expérimental souterrain⁸

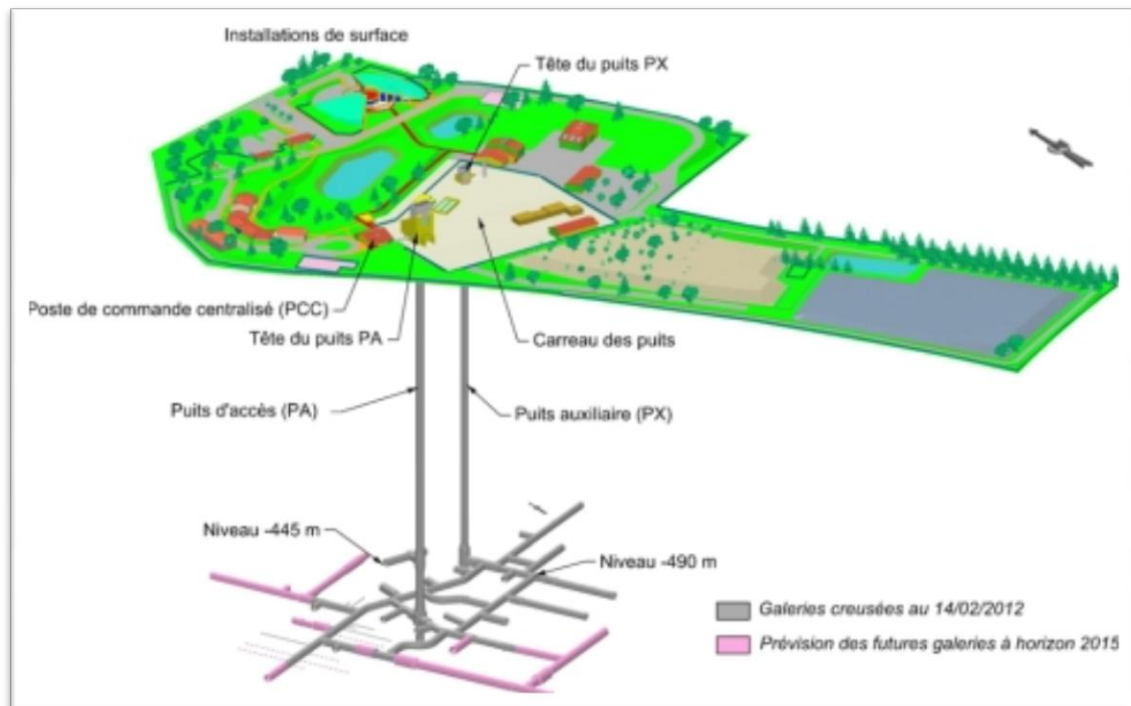


6



⁸ <http://www.andra.fr/andra-meusehautemarne/pages/fr/menu18/le-laboratoire-souterrain/l-histoire-du-laboratoire-souterrain-1512.html>

- L'ANDRA est très attachée à ce que le débat public se tienne dans les plus brefs délais de manière à poursuivre les études de conception et de fonctionnement du site. Toutes les incertitudes n'ont manifestement pas été levées et imposent de poursuivre des recherches sur site. Des solutions techniques restent à concevoir d'autant plus que des pressions extérieures s'exercent sur l'ANDRA (longueur et diamètre des alvéoles). L'ANDRA a ainsi obtenu un renouvellement de l'autorisation du laboratoire expérimental jusqu'en 2030. On peut en déduire que si Cigéo est effectivement lancé des travaux de recherche se poursuivront pendant quelques années selon le schéma ci dessous⁹



Si l'on est attentif aux désignations de chacune de ces galeries, il apparaît clairement que l'ANDRA est très loin d'avoir expérimenté l'ensemble des solutions techniques qui pourraient être mis en œuvre pour le stockage géologique en couche profonde. Le débat public apparaît donc comme fort précoce... Tout porte à croire que tout comme pour l'EPR, la filière nucléaire cherche à obtenir une autorisation anticipée du projet se laissant la possibilité de le mener à son convenance. On ne peut que douter à la lumière des informations réunies par le CEDRA¹⁰ et les groupes locaux opposés au projet de la capacité de l'ANDRA à garantir des délais et des coûts.

- Après le débat public, l'échéance la plus importante pour l'ANDRA est le vote d'une nouvelle loi sur l'enfouissement des déchets prévue par la loi de 2006. Cette loi devra définir la doctrine définitive de réversibilité et donc fixer le profil de l'installation. Tout porte à croire que cette loi ne sera pas soumise au parlement avant 2016...

⁹ <http://www.andra.fr/andra-meusehautemarne/pages/fr/menu18/un-outil-scientifique-unique-1511.html>

¹⁰ <http://burestop.free.fr/spip/> ; <http://www.villesurterre.eu/>

Toujours est il que le projet ne pourra être finalisé qu'après le vote de cette loi. L'ANDRA attend évidemment un renouvellement et une clarification de la mission qui lui est confiée depuis sa création. Si Boissier et Hoorelbeke sont satisfait de la loi de 2006, ils attendent du législateur une définition plus précise des objectifs auxquels répond Cigéo. La question de la **réversibilité** les préoccupe beaucoup... c'est certainement le mot qui est revenu le plus souvent au cours de la discussion.

- Officiellement l'ANDRA espère que l'autorisation de création¹¹ sera délivrée en 2018-2019 pour passer au stade industriel. Cette nouvelle étape débiterait donc vers 2019-2020 et devrait durer quelques 5 années avant le stockage des premiers colis.

Un projet fragile et inquiétant

- L'activité ne faiblit pas à Bure. Bien au contraire, depuis octobre a commencé une "période de préfiguration de la phase industrielle". Depuis 2005, le plupart des incertitudes ont été levée. L'ANDRA dit avoir beaucoup progressé depuis 2009 notamment en prenant en compte des remarques faites par l'IEER¹² et Bertrand Thuillier¹³. Des choix étaient encore ouvert : ils sont désormais fermés dans la perspective du débat public. Dans la mesure où les principaux paramètres de la structure sont arrêtés, l'ANDRA se concentre aujourd'hui sur l'amélioration du procès industriel.



site de Bure de l'ANDRA

¹¹ <http://www.asn.fr/index.php/Haut-de-page/Professionnels/Installations-nucleaires-de-base/Les-notes-de-procedure/Procedure-en-vigueur-pour-la-delivrance-d-une-autorisation-de-creation-d-un-reacteur-electronucleaire> ; <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-installations-nucleaires-de.html>

¹² <http://burestop.free.fr/spip/spip.php?article354>

¹³ http://www.villesurterre.eu/index.php?option=com_content&task=view&id=365 ; <http://www.clis-bure.com/>

- L'ANDRA esquive les remarques sur les alternatives au stockage en couche géologique profonde en invoquant le texte de la loi de 2006 :

Loi du 28 juin 2006 : Art 3

Pour assurer, dans le respect des principes énoncés à [l'article L. 542-1 du code de l'environnement](#), la gestion des déchets radioactifs à vie longue de haute ou de moyenne activité, les recherches et études relatives à ces déchets sont poursuivies selon les trois axes complémentaires suivants :

1. **La séparation et la transmutation des éléments radioactifs à vie longue.** Les études et recherches correspondantes sont conduites en relation avec celles menées sur les nouvelles générations de réacteurs nucléaires mentionnés à l'article 5 de la [loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005](#) de programme fixant les orientations de la politique énergétique ainsi que sur les réacteurs pilotés par accélérateur dédiés à la transmutation des déchets, afin de disposer, en 2012, d'une évaluation des perspectives industrielles de ces filières et de mettre en exploitation un prototype d'installation avant le 31 décembre 2020 ;
2. Le stockage réversible en couche géologique profonde. Les études et recherches correspondantes sont conduites en vue de choisir un site et de concevoir un centre de stockage de sorte que, au vu des résultats des études conduites, **la demande de son autorisation prévue à [l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement](#) puisse être instruite en 2015 et, sous réserve de cette autorisation, le centre mis en exploitation en 2025 ;**
3. L'entreposage. Les études et les recherches correspondantes sont conduites en vue, au plus tard en 2015, de créer de nouvelles installations d'entreposage ou de modifier des installations existantes, pour répondre aux besoins, notamment en termes de capacité et de durée, recensés par le plan prévu à [l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement](#).

Le stockage réversible en couche géologique profonde est l'orientation choisie par le législateur. C'est donc bien celle que met en œuvre l'ANDRA. Les autres options ne sont pas écartées mais elles sont aujourd'hui prises en charge par le CEA (site d'entreposage PEGASE, site de stockage CASCAD¹⁴ et recherches sur la transmutation). Qu'on le regrette ou pas, l'ANDRA a aujourd'hui un mandat unique celui de mener à son terme la deuxième option déterminée par la loi... position tout à fait conforme au rapport Birraux-Bataille de janvier 2011 :

Prenant acte des progrès accomplis, la loi du 28 juin 2006 a reconduit les trois axes de recherche définis par la loi du 30 décembre 1991, en fixant, pour chacun d'eux, de nouveaux objectifs et de nouvelles échéances. S'agissant de l'axe relatif au stockage, la loi impose le principe de la réversibilité du stockage en couche géologique profonde, prévoit que la demande d'autorisation de création d'un centre de stockage sera instruite en 2015 et sa mise en exploitation effective en 2025.

A ce stade, les efforts réalisés par les équipes de l'Andra devraient permettre de respecter les échéances définies par la loi. Ainsi, au cours de l'année 2009, l'Andra a franchi deux étapes importantes dans cette direction, avec la proposition d'une zone d'intérêt pour la reconnaissance approfondie (Zira), et la remise d'un dossier relatif aux caractéristiques scientifiques et techniques du futur centre de stockage. De plus, l'Andra a d'ores et déjà engagé les préparatifs nécessaires au débat public, prévu en 2013, et au dépôt, en 2014, de la demande d'autorisation de création¹⁵.

¹⁴ http://www.cea.fr/content/view/popup_photo/442 ; <http://www.humanite.fr/node/326768>

¹⁵ http://www.assemblee-nationale.fr/13/rap-off/i3108.asp#P356_72304

- L'ANDRA ne s'étend guère sur "ce qui ne relève ni de ses missions ni de ses compétences". Le stockage en subsurface n'est plus une solution d'actualité dans la mesure où "un tel choix reviendrait à reporter sur les générations futures la charge de la gestion des matières radioactives accumulées". Le stockage profond apparaît dès lors comme un "choix éthique". Le législateur a fait le choix "d'assumer le stock de déchets et donc de soulager ceux qui viendront après nous d'une tâche immense..." Tout le problème finalement est de "rendre gouvernable les déchets radioactifs"¹⁶. Manifestement, l'ANDRA a oublié que des expérimentations ont eu lieu, que leur bilan n'est pas si décevant, que la commission nationale d'évaluation fondée par la loi Bataille de 1991 n'a jamais totalement écarté cette possibilité¹⁷.
- L'ANDRA considère que la transmutation¹⁸ n'est pas mûre et de surcroît fort onéreuse. Force est de reconnaître que l'on ne trouve pas grand chose à ce sujet :

Le principe

La séparation et la transmutation ont pour objectif de réduire les quantités d'éléments radioactifs à vie longue contenus dans les déchets ultimes en les séparant par des procédés chimiques puis en les transmutant sous flux neutronique, c'est-à-dire en les transformant en éléments à vie courte.

L'état des recherches

Les recherches ont confirmé que l'objectif de la séparation-transmutation est très ambitieux. La séparation constitue un prolongement complexe du retraitement. Elle pourrait être envisagée pour de futures usines, mais ne peut concerner que certains déchets à vie longue. La transmutation suppose le développement de nouvelles installations (réacteurs, accélérateurs de particules dédiés) et ne peut s'envisager qu'à travers des programmes pérennes qui s'étalent sur une centaine d'années.

Par ailleurs, si la transmutation est capable de détruire certains éléments à vie longue séparés (les actinides), elle est sans doute d'application très difficile, voire impossible, pour d'autres éléments comme les produits de fission à vie longue. Or certains de ces produits de fission sont plus mobiles en situation de stockage car solubles et susceptibles de se déplacer avec les eaux souterraines. La séparation-transmutation n'apparaît donc pas, à elle seule, comme une technique alternative au stockage géologique.

La loi de 2006 prévoit la poursuite des recherches sur la séparation et la transmutation des éléments radioactifs à vie longue. Les études et recherches correspondantes seront conduites en relation avec celles menées sur les nouvelles générations de réacteurs nucléaires (cf. article 5 de la loi no 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique) ainsi que sur les réacteurs pilotés par accélérateur dédiés à la transmutation des déchets.

L'objectif fixé par la loi est de disposer, en 2012, d'une évaluation des perspectives industrielles de ces filières et de mettre en exploitation un prototype d'installation avant fin 2020.¹⁹

¹⁶ <http://www.andra.fr/download/site-principal/document/editions/381.pdf>

¹⁷ <http://www.liberation.fr/societe/0101248934-stockage-des-dechets-radioactifs-enterrer-oui-mais-a-quelle-profondeur-un-rapport-donne-quelques-pistes>

¹⁸ <http://www.lefigaro.fr/sciences/2012/01/11/01008-20120111ARTFIG00604-nucleaire-le-premier-reacteur-qui-transmute-les-dechets.php>

- Les questions sur l'amont du stockage amène l'ANDRA à préciser quelques points non négligeables :
 - ✓ la mission d'AREVA à La Hague est "de conditionner des déchets stables à échelle humaine, environ deux ou trois générations",
 - ✓ les conditions d'entreposage, en particulier un système de ventilation performant, permet d'envisager un entreposage des déchets chauds pendant 80 ans,
 - ✓ la fonction de Cigéo est de stocker les déchets accumulés par l'exploitation du parc nucléaire en service sur une hypothèse de 50 années d'exploitation soit 10 000 m³ de HA, 70 000 m³ de MA plus les vieux déchets des UNGG.

Force est de reconnaître que l'argumentaire de l'ANDRA laisse quelques zones d'ombre. Si l'on considère que les déchets HA les plus anciens ont l'âge de Fessenheim (sans compter les "déchets historiques"), ils auront donc 80 ans en 2057. Or le stockage des HA n'est prévu qu'à partir de 2075. On a donc affaire à un gap de près de vingt ans. Par ailleurs, à croire l'inventaire 2012, la quantité de HA devrait doubler d'ici 2030²⁰ sans compter les matières en attente de traitement :

Matières radioactives à fin 2010, fin 2020 et fin 2030

MATIÈRE	2010	2020	2030
Combustibles mixtes uranium-plutonium (MOX) en cours d'utilisation dans les centrales électronucléaires (tML)	299	490	380
Combustibles mixtes uranium-plutonium (MOX) usés, en attente de traitement (tML)	1 287	2 400	3 800
Combustibles usés du réacteur à neutrons rapides SuperPhénix, en attente de traitement (tML)	104	104	104
Combustibles UOX en cours d'utilisation dans les centrales électronucléaires (tML)	4 477	4 340	3 650
Combustibles UOX usés, en attente de traitement (tML)	12 006	11 450	12 400
Combustibles URE en cours d'utilisation dans les centrales électronucléaires (tML)	156	290	290
Combustibles URE usés, en attente de traitement (tML)	318	1 050	1 750
Combustibles usés des réacteurs civils de recherche (dont Phénix), en attente de traitement (tML)	53	14	9
Combustibles métalliques usés, en attente de traitement (tML)	15	15	15
Matières en suspension (sous-produits du traitement des minerais de terres rares) (tonnes)	23 454	0	0
Combustibles de la Défense nationale (tonnes)	146	218	284
Plutonium issus des combustibles usés après traitement (tML)	80	55	53
Thorium (tonnes)	9 407	9 334	9 224
Uranium appauvri Uapp (tML)	271 481	345 275	454 275
Uranium enrichi (tML)	2 954	2 344	2 764
Uranium issu de combustibles usés après traitement URT (tML)	24 100	40 020	40 020
Uranium naturel extrait de la mine (tML)	15 913	25 013	28 013

2.3

¹⁹ http://www.irsn.fr/FR/base_de_connaissances/Installations_nucleaires/dechets-radioactifs/gestion-dechets-radioactifs/Pages/2-Quelle_gestion_pour_les_dechets_a_vie_longue.aspx?dId=da4c14f5-fa96-4600-86ea-249f38a97523&dwId=daade2d1-fcd2-417f-91ed-429e69b594b6

²⁰ http://www.lemonde.fr/planete/article/2012/07/12/les-dechets-nucleaires-francais-auront-double-de-volume-en-2030_1732590_3244.html

Un doublement des déchets d'ici 2030

Fin 2010, 1,32 million de mètres cubes (Mm^3) de déchets radioactifs, hors déchets historiques, ont été produits en France. Ces déchets sont conditionnés en vue de leur entreposage et stockage. En volume, la plus grande part des déchets est de faible et moyenne activité à vie courte ($830.000 m^3$), essentiellement issus de l'exploitation et du démantèlement des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible et de centres de recherche ; et de très faible activité ($360.000 m^3$), issus de l'exploitation, de la maintenance et du démantèlement des centrales nucléaires. Mais ce sont les déchets de haute activité, malgré des volumes bien moindres ($2.700 m^3$), qui constituent 96 % du niveau de radioactivité de l'ensemble de ces déchets.

Selon un scénario de poursuite du nucléaire (se basant sur une durée d'exploitation des centrales de cinquante ans), la France comptera $1,9 Mm^3$ de déchets radioactifs en 2020 et $2,7 Mm^3$ en 2030. Alors que les déchets de très faible activité (TFA) devraient augmenter rapidement avec le démantèlement des premières centrales et de centres de recherche (de $360.000 m^3$ fin 2010 à $762.000 m^3$ en 2020 et $1,3 Mm^3$ en 2030), la plus grande partie des déchets de moyenne activité à vie longue, issus du traitement du combustible usé, a déjà été produite aujourd'hui, indique l'Andra. Alors qu'ils constituent un volume de $40.000 m^3$ fin 2010, ils devraient représenter $45.000 m^3$ en 2020 et $49.000 m^3$ en 2030.

Mais ces prévisions pourraient changer en cas d'arrêt progressif de la production nucléaire en France. C'est pourquoi l'Andra a étudié deux autres scénarios au delà-de 2030, jusqu'à la fin de vie et au démantèlement des installations nucléaires : l'un porte sur une poursuite du nucléaire avec une durée de fonctionnement des centrales de 50 ans et sur le traitement de l'ensemble des combustibles afin d'alimenter le nouveau parc ; le second porte sur un non-renouvellement du parc nucléaire avec une durée de vie des centrales de 40 ans et un arrêt du traitement des combustibles usés en 2019. Pour le premier scénario, les déchets de haute activité représenteront $10.000 m^3$ alors que pour le second, ils seront répartis entre $3.500 m^3$ de déchets vitrifiés, 50.000 assemblages (un assemblage est équivalent à $0,2 m^3$) d'oxyde d'uranium, 1.000 assemblages de réacteurs à neutrons rapides et 6.000 assemblages de MOX.

Des centres de stockage existent pour 90 % des déchets radioactifs produits chaque année, indique l'Andra. Fin 2010, 72 % du volume de déchets radioactifs produits étaient définitivement stockés. Pour les déchets de faible et moyenne activité à vie courte, deux centres de stockage existent. L'un, dans la Manche, est désormais fermé car les volumes stockés ont atteint la capacité maximale du site ($520.000 m^3$). Le second, dans l'Aube, est en cours d'exploitation. Sa capacité de stockage de 1 million de mètres cubes ($250.000 m^3$ stockés fin 2011) "sera suffisante pour accueillir les déchets de démantèlement", indique Marie-Claude Dupuis, directrice générale de l'Andra.

En revanche, pour les déchets de très faible activité, qui augmenteront au fur et à mesure des démantèlements, le seul centre de stockage de Morvilliers ($630.000 m^3$) ne suffira pas. Avec un volume de $35.000 m^3$ de déchets réceptionnés chaque année, il devrait avoir atteint sa capacité en 2025. L'Andra envisage de créer un nouveau centre de stockage. Elle étudie également plusieurs pistes pour réduire le volume des déchets stockés (meilleur compactage des déchets, valorisation de certains déchets comme les aciers, qui pourraient être réutilisés dans des centrales nucléaires).

Pour les déchets de faible activité à vie longue, l'Andra devrait, d'ici la fin de l'année, rédiger des préconisations pour la création d'un nouveau centre de stockage.

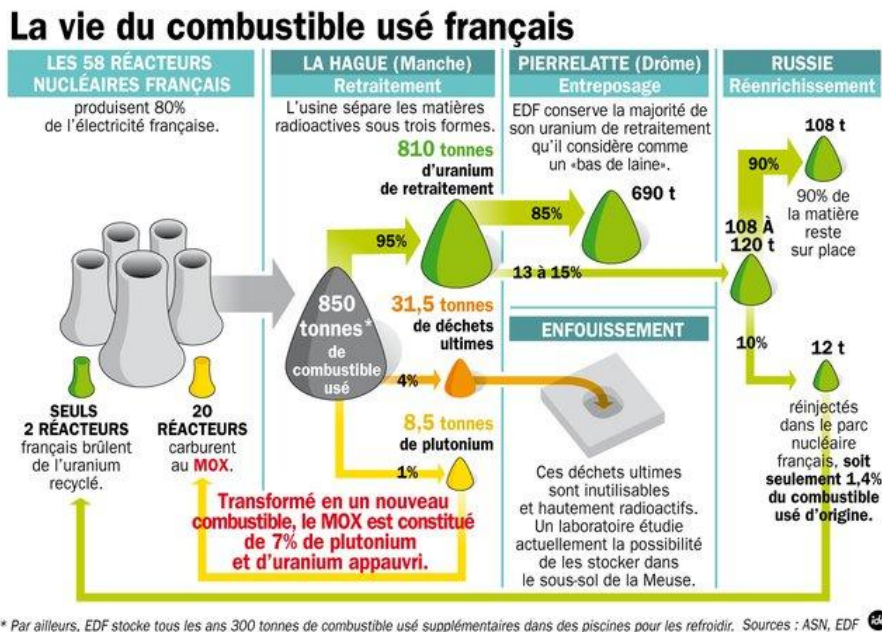
En cas de non-renouvellement du nucléaire, $90.000 m^3$ de combustible usé devront être stockés. Le [projet de stockage géologique Cigéo](#) ($30 km^2$) devrait pouvoir accueillir ces déchets selon l'Andra : les déchets de haute et moyenne activité à vie longue (HA-VL et MA-VL) du parc actuel (58 réacteurs en exploitation et 1 EPR) ne devrait occuper que la moitié de la capacité de stockage. "Le projet a été conçu de sorte à ne pas fermer la porte à des options différentes de politique énergétique. Il est flexible et adaptable", souligne Marie-Claude Dupuis. En revanche, une décision de fermeture anticipée de centrales nucléaires pourrait poser des problèmes de calendrier : le site devrait ouvrir en 2025.²¹

²¹ <http://www.actu-environnement.com/ae/news/dechets-nucleaires-stockage-demantelement-16169.php4>

Le problème se complique quand on prend en compte les capacités d'entreposage de La Hague :

- ✓ A en croire l'inventaire 2012 de l'ANDRA, les HA sont conditionnés dans des colis vitrifiés de type CSD-V, les MA dans les colis compactés de type CSD-C. Le tableau 3.1.5 de la page 71 du Rapport de synthèse 2012 de l'inventaire national des matières et déchets radioactifs²² établit que le volume de HA est de 2 300 m³ en 2010 et atteindra 4 900 m³ en 2030. On a donc bien un doublement du volume.
- ✓ Or à en croire le tableau de la page 34 du même volume, si AREVA peut encore entreposer à La Hague plus de 10 000 CSD-C, le site est en voie de saturation en ce qui concerne les CSD-V (88% de tx d'occupation).
- ✓ Si on ajoute à cela la montagne de combustible usager (MOX et UOX) qui s'accumule dans les piscines de La Hague et des réacteurs compte tenu des capacités effectives de traitement du combustible.

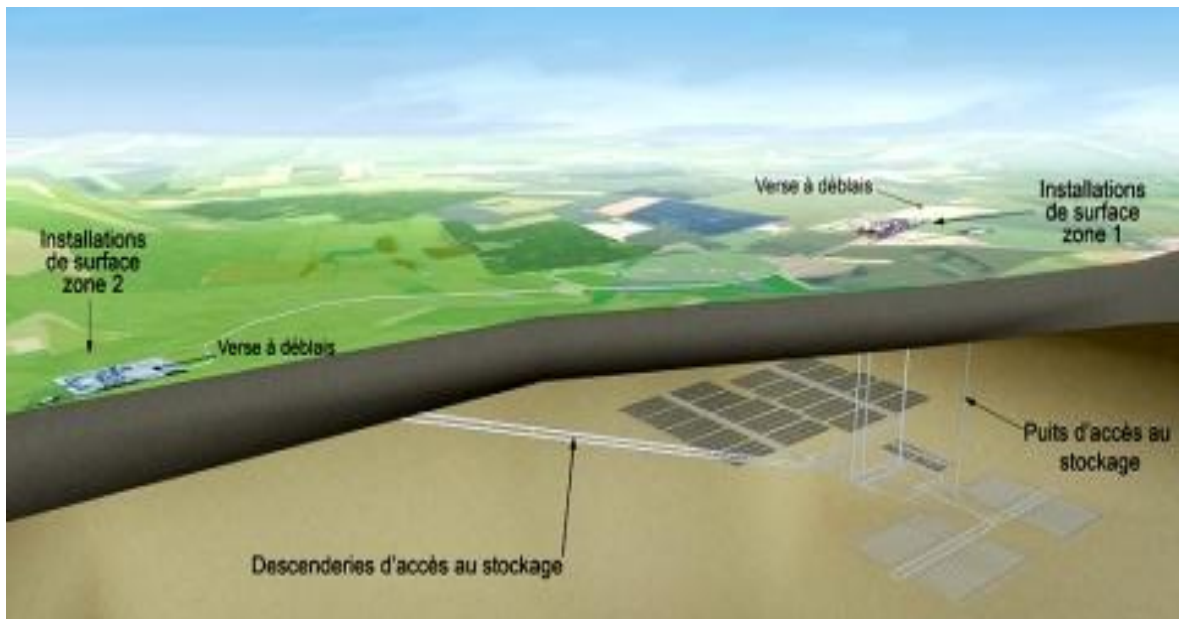
Le problème le plus urgent n'est donc pas tant celui du stockage que celui de l'entreposage des matières qui s'accumulent un peu plus chaque jour :



Le projet Cigéo ne répond en rien à la congestion structurelle du "cycle du combustible". Le projet est à la fois sous-dimensionné au regard de l'addiction au nucléaire de la France, trop tardif pour répondre à un problème qui se pose dès aujourd'hui et trop massif. Non seulement Cigéo n'apporte aucune solution à la saturation de La Hague mais la logique même du projet induit une poursuite de la concentration des risques dans le Nord Cotentin totalement irresponsable. D'ici 2075, date prévisionnelle du stockage des HA, la congestion peut devenir embolie...

²² <http://www.andra.fr/inventaire2012/#/accueil/>

- Ces problèmes généraux ne concernent pas l'ANDRA dont le seul objet est de préparer un site de stockage en grande profondeur conformément aux attentes du législateurs. Peu important les besoins concrets de sécurisation de la gestion des matières radioactives, l'ANDRA creuse...
- une première phase d'enfouissement doit débuter en 2025²³ : les "déchets historiques" de la filière graphite-gaz toujours en attente de traitement à ce jour²⁴ ainsi que les premiers MA seront descendus dans les galeries de Bure pour être stockés dans les alvéoles prévues à cet effet.



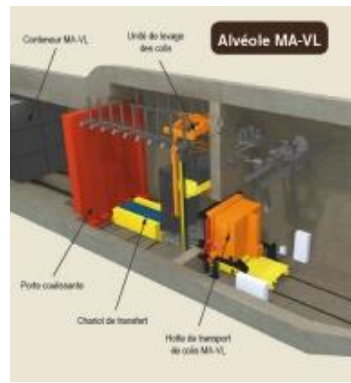
modélisation récente du stockage : la partie de droite est destinée à accueillir les MA, la partie centrale les déchets anciens et celle de gauche les HA à partir de 2075.



²³ <http://tempsreel.nouvelobs.com/topnews/20120614.REU8809/en-2025-les-dechets-nucleaires-rejoindront-enfin-leur-tombeau.html>

²⁴ <http://www.asn.fr/index.php/S-informer/Actualites/2012/La-Hague-reprise-et-conditionnement-des-dechets-anciens> ; <http://www.rfi.fr/science/20100611-areva-oeil-asn>

- Le C0 et les CU3 représentent à peine 5 % de la capacité totale de stockage de Cigéo. L'ANDRA considère que cette première période d'utilisation du site comme une "phase témoin" qui permettra de valider définitivement certaines options et de tester grandeur nature les procès industriels. ces déchets sont froids et peu volumineux donc facilement maitrisables.
- Pendant que ces déchets seront stockés, les travaux continueront dans les autres secteurs. Tout le problème pour l'ANDRA est de coordonner et mener en parallèle trois activités distinctes :
 - ✓ les travaux miniers de creusement des galeries et des alvéoles²⁵
 - ✓ l'entreposage des déchets descendus dans les galeries après conditionnement en surface,
 - ✓ le stockage c'est à dire la fermeture des alvéoles et le comblement des galeries.



Volume de déchets prévus(scénario industriel fourni par les producteurs de déchets, fin de vie du parc électronucléaire actuel) : environ 70.000 m³de déchets MA-VL (dont environ 60 % déjà produits) et 10.000 m³de déchets HA (dont environ 30 % déjà produits²⁶).

Emprise des installations de surface :environ 300 hectares

Liaison entre la surface et le fond :4 puits de 500 mètres et une double descenderie (tunnel incliné) de 5 km

Installations souterraines :

- Galeries de liaison ~100 km
- Alvéoles de stockage MA-VL : 20 km
- Alvéoles de stockage HA : 200 km
- Emprise totale des installations souterraines à terme : ~15 km²

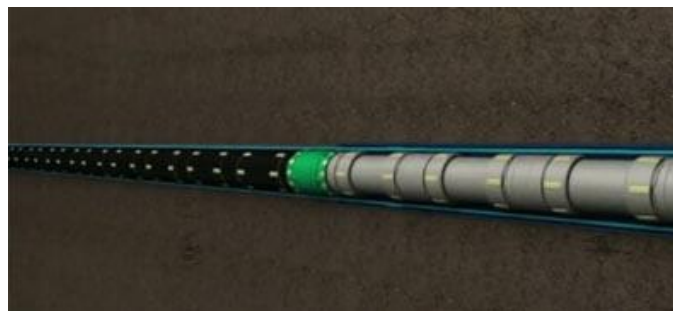
- Les MA représentent les plus gros volumes mais des risques thermiques et radiologiques bien moindre que les HA. Pour autant on ne peut pas considérer que leur stockage va être aussi simple que veut bien le dire l'ANDRA. La taille comme la densité des alvéoles dans les secteurs prévus pour accueillir ces déchets représentent une concentration énorme de radiotoxicité. Le risque de dissémination de matière radioactive est de surcroit très important dans la mesure où ces déchets seront stockés dans des conteneurs bétons.

²⁵ <http://www.enerzine.com/2/13242+stockage-de-dechets-nucleaires---landra-choisit-gaiya+.html>
²⁶ <http://archive.is/8A10>

- Avec les HA à partir de 2075, le projet réalise un saut qualitatif et quantitatif pour ne pas dire un grand bond en avant vers l'inconnu. Les 10 000 m³ de colis vitrifiés "surfutés" en surface seront descendus pour être pris en charge en bas... très probablement par des robots qui iront les logés dans leurs alvéoles de 70 cm de rayons. Le petit schéma ci dessous tiré du site de l'ANDRA montre clairement que le stockage sera automatisé au delà d'une zone tampon de déchargement des colis. Aux vues du rayonnement de ce genre de colis, bien des éléments portent à croire que les automates planteront, que les commandes à distance seront instables... que ce sera un joli bazar en bas !



- Mais là n'est pas le seul problème que pose le stockage des HA. Manifestement EDF et AREVA ne sont pas d'accord avec certaines dispositions du projet de l'ANDRA. Afin de réduire les coûts de Cigéo, ils préconisent que les alvéoles de stockage des HA soient plus profondes proposant 180 m contre les 70 m admis par l'ANDRA. Voilà un parfait exemple du désordre qui règne au sein de la filière nucléaire et de la gestion comptable du risque par les deux grands groupes industriels du nucléaire. Dans le seul but de réduire des coûts qui dépasseront très probablement les 35 Mds € évalués aujourd'hui.



- En tout cas, une telle concentration de radioéléments de haute activité serait une première. 10 000 m³ de déchets,
 - ✓ toujours actifs aux vues des failles du procès de vitrification,
 - ✓ enfermés dans des conteneurs dont on en connait pas la résistance à long terme,
 - ✓ exposés à des percolation d'eau voire de gaz,
 constituent un potentiel colossal de risques pour l'environnement.

- Les arguments de l'ANDRA ne sont manifestement pas à la mesure de ces risques. Même si le "*contexte hydrogéologique du Bassin parisien est ultraconnu*", même si l'argile offre un potentiel important de rétention de la radioactivité et garantit des "*retards*" de diffusion de la radiotoxicité, des doutes existent. Le potentiel hydrothermique en dépit d'un faible couple température/profondeur/débit existe. Le risque sismique n'est pas aussi modeste que l'ANDRA le reconnaît tout particulièrement en cas de conjonction d'événements alpins et atlantiques. Même Galley et Bataille reconnaissent que les risques sont loin d'être nuls :

3.1. la sûreté maximale est-elle apportée par le stockage en couche profonde²⁷ ?

Le problème posé par les déchets radioactifs à haute activité et à vie longue est simple à formuler mais évidemment complexe à résoudre. Certains radioéléments présents dans les déchets, émetteurs radiotoxiques ayant une période de 7 380 années comme l'américium 243 ou de 2 millions d'années comme le neptunium 237, comment concevoir un stockage assurant leur immobilisation sur une telle durée dont l'échelle dépasse en réalité notre entendement ?

Le principe de sûreté du stockage profond est l'**interposition**, entre le colis de déchets et les populations environnantes, d'une barrière dont la dimension est telle que la migration des radioéléments est très peu probable vers la surface.

Le sens commun veut que plus le stockage est profond et plus grande est la sûreté. Avec un dispositif de stockage en couche géologique profonde, des durées extrêmement longues, de plusieurs centaines de milliers d'années, peuvent être envisagées, en termes de stabilité de la présence des radioéléments en profondeur.

Ceci est vrai à condition qu'aucun lien, artificiel ou naturel n'existe ou n'apparaisse entre les cavités et la surface. Les eaux souterraines peuvent éventuellement parvenir sur les longues durées étudiées à dissoudre les radioéléments. La circulation naturelle ou provoquée par l'Homme peut alors assurer la diffusion ou la remontée de ces éléments toxiques. De même, des forages intempestifs peuvent entraîner une rupture du confinement. Enfin, des mouvements géologiques doivent être envisagés sur la durée de référence, entraînant une remontée voire une mise à jour du centre de stockage.

Les certitudes de l'ANDRA même confortées par une masse imposante de recherches et d'expertise sont en dernier recours invalidés par l'immensité des incertitudes sur l'évolution de la situation hydrogéologiques du site sur plusieurs milliers d'années. Une fois encore une approche probabiliste vient justifier l'irréparable. Rien ne peut écarter le risque d'un accident tectonique et la possibilité d'une convection hydrogéologique à Bure.

Le problème de sûreté principal est bien la possibilité d'une exposition aux rayonnements et d'impacts sur l'environnement comme le prouvent les expériences menées outre-Rhin. La lixiviation progressive des radioéléments dans les eaux souterraines, leur migration ultérieure dans l'environnement et leur transfert aux êtres humains est une menace d'une catastrophe nucléaire d'un nouveau genre dont les conséquences pourraient stériliser un vaste territoire.

²⁷ <http://www.senat.fr/rap/o97-612/o97-61251.html>

- L'ANDRA sait parfaitement répondre à un argumentaire de ce genre. La bonne connaissance des arguments écologistes et une indéniable maîtrise des données techniques leur permet d'opposer un discours qui a une réelle cohérence :
 - ✓ L'argile offre les meilleures garanties face au risque de rupture des 3 barrières de confinement (le fut, le "surfut" et le liner des alvéoles),
 - ✓ L'argile est "*comme une éponge*" qui peut retarder sur des durées très longue la diffusion de la radiotoxicité et même la fixer,
 - ✓ L'argile garantit un "*impact quasiment nul en surface*"...

Reste à s'entendre sur ce que signifie exactement cette expression. L'ANDRA ne nie pas les risques mais considère qu'en surface ils ne représenteront pas un risque radiologique majeur. Quant à la diffusion hydrogéologique, elle est tout simplement écartée par la nature même de l'installation.

Un regard attentif sur les plans publiés par l'ANDRA et un minimum de culture minière amènent à concevoir que ce qui est présenté comme des dispositifs de ventilation peuvent tout autant être utilisés pour capter de l'eau et la ramener en surface.

L'argument selon lequel un stockage en couche géologique profonde permet l'abandon des déchets une fois le stockage fermé vole en éclat. La surveillance du site comme celle d'un stockage en subsurface doit être effective sur le très long terme pour limiter tant que faire se peut la diffusion dans l'environnement de radiotoxicité en opérant si besoin des pompes d'eau potentiellement contaminée...

Mais à la différence d'un stockage en subsurface, Cigéo est conçu de telle sorte qu'il est impossible d'intervenir pour limiter à la source la contamination. Bien au contraire, à plusieurs centaines de mètres de profondeur, une concentration des risques peut s'opérer voire même des explosions d'hydrogène. Le système de ventilation assurant alors la diffusion vers la surface des conséquences de la catastrophe.

La réversibilité, ultime garantie de sûreté...

- L'ANDRA esquivé le problème de la surveillance de l'installation sur le long terme en invoquant l'argument de la **réversibilité**. Le stockage ne se fera pas en un jour. Pour les HA, l'ANDRA considère qu'**un siècle** sera nécessaire pour conditionner et charger dans les alvéoles l'ensemble des colis. La date de 2130 est évoquée. Jusqu'à cette date lointaine, Cigéo serait un centre d'entreposage. On ne parlera effectivement de stockage lorsque l'autorisation de fermer les alvéoles sera prise (porte blindée et bouchon de bentonite).
- Pour préciser la doctrine de stockage, l'ANDRA présente un schéma très grossier qui explique les étapes prévisionnelles de la fermeture du site, sans échelle de temps. A mesure que le stockage se réalise la récupérabilité diminue mais la sûreté augmente.

Etapas du stockage	Colis de déchets en entreposage	Colis en alvéole de stockage	Colis en alvéole obturé	Colis dans une zone de stockage scellée	Colis dans le stockage fermé	Evolution à très long terme
récupérabilité		complète	envisageable	difficile		
Sûreté passive du site	<i>dispositions</i>	<i>actives</i>	<i>De contrôle</i>	partielle	complète	complète

Galley et Bataille en 1998²⁸ étaient moins confiants dans la réversibilité que l'ANDRA aujourd'hui :

La réversibilité est une notion séduisante en ce qu'elle laisse ouvert le champ du possible. La reprise des combustibles usés et des déchets peut en effet être nécessaire dans différents cas.

Le premier cas est celui d'une perte de confinement dangereuse pour l'environnement qui obligerait à reprendre les colis pour mieux les conditionner, par exemple. Le deuxième cas est celui où la mise au point de nouvelles techniques de destruction des déchets rendrait possible une diminution de la radiotoxicité des déchets. Le troisième cas est celui où les déchets - ou plutôt les combustibles irradiés dans cette hypothèse - pourraient voir leur contenu énergétique valorisé parce que les conditions de marché les rendraient alors compétitifs.

La réversibilité a donc son prix. Mais elle a aussi un coût important car elle oblige à renforcer les conditions de sécurité et de sûreté et impose une durabilité inhabituelle à un ensemble de technologies et d'équipements.

La réversibilité apparaît comme compliquant la sécurité, sinon comme contraire à celle-ci. **La réversibilité signifie possibilité de désentreposer les colis, de réouvrir ces derniers et d'en extraire les matières radioactives.** Des techniques d'interdiction de toutes ces étapes aux cas non autorisés devraient pouvoir être imaginées mais leur coût viendrait alourdir les coûts d'entreposage.

La réversibilité rend plus complexe également le maintien d'un niveau de sûreté satisfaisant.

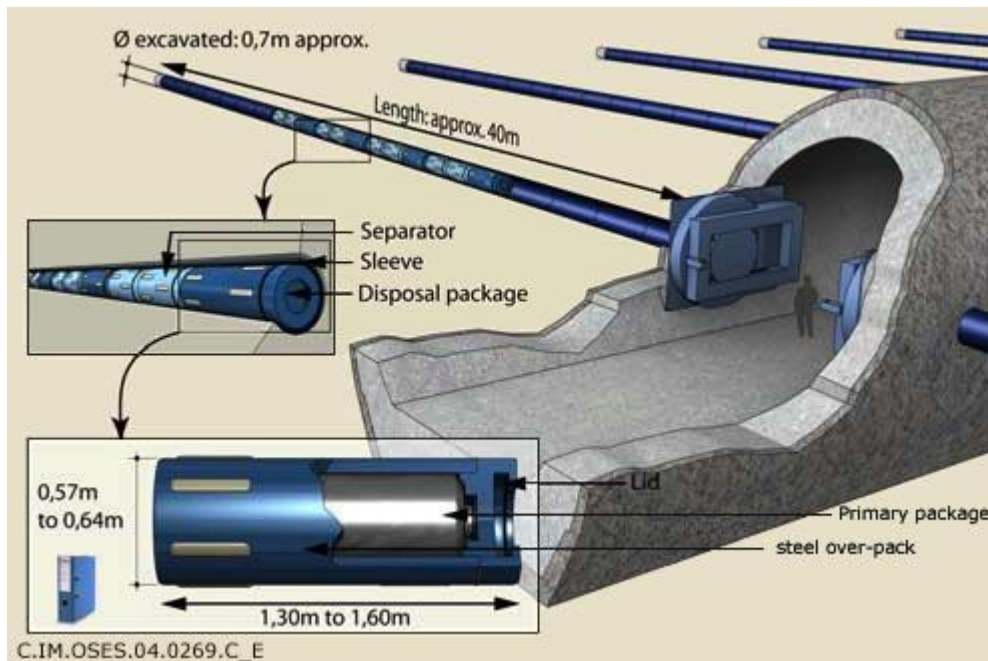
Les matrices immobilisant les radioéléments dans la masse, comme les verres ou mieux les céramiques, devraient, en bonne logique, être abandonnées, alors qu'elles sont un puissant élément de sûreté. La multiplication des barrières serait toujours envisageable, avec toutefois des risques de contournement de celles-ci ou de fuites, puisque ces barrières devraient être amovibles. La réversibilité oblige par ailleurs à une pérennité des équipements de maintenance. Cette pérennité peut résulter de la robustesse et de la simplicité des appareils de départ. Elle peut aussi être obtenue par une maintenance attentive et régulière qui viendrait obérer les coûts d'exploitation.

Si la réversibilité était considérée comme une priorité, il faudrait alors délaier les solutions sophistiquées et les équipements spécialisés, sauf à accroître les coûts d'entreposage. Mais dans cette hypothèse, il apparaît clairement que la simplicité et le caractère standard des équipements de transport ou de levage ne militent pas en faveur de la sécurité.

Au final, la réversibilité pourrait favorablement être limitée dans le temps. Un compromis pourrait être trouvé avec le coût et la sûreté.

²⁸ M. Christian Bataille et Robert Galley, *L'aval du cycle nucléaire*, Rapport de l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques n° 612 (1997 / 1998) : <http://www.senat.fr/rap/o97-612/o97-61258.html>

- L'exemple de la Suède qui n'a pas retenu le principe de la réversibilité permet à l'ANDRA de présenter Cigéo comme un dispositif "souple" et "adaptable". Grâce à la possibilité technique de réversibilité du stockage, "le champ des possibles reste ouvert". A l'échelle du premier siècle d'exploitation du site "stockage et entreposage sont identiques". Ce n'est qu'après... si et seulement si la décision politique est prise de fermer Cigéo que l'on pourra parler d'un stockage au sens propre du terme. La récupérabilité des colis sera dès lors impossible tout du moins extrêmement difficile.

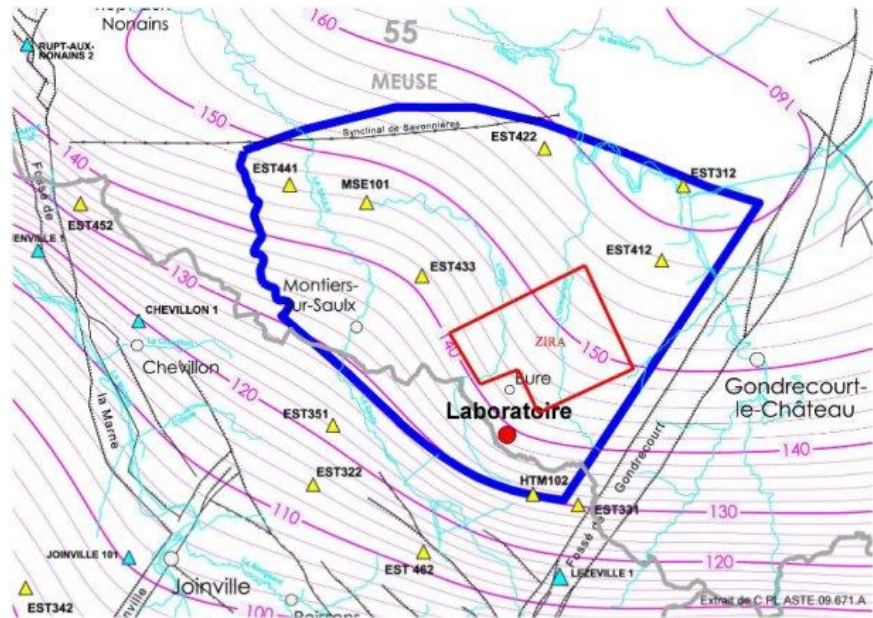


L'alvéole de stockage (disposal cell) pour les déchets de haute activité est un tunnel d'environ 70 cm de diamètre et de 40 m de profondeur. Les conteneurs de colis primaires (en acier) sont espacés par des séparateurs. Le nombre de conteneurs par alvéole, l'espacement entre deux conteneurs consécutifs dans un tunnel et celui entre deux tunnels sont définis de façon à limiter le maximum de température dans la formation d'argilite à moins de 90°C.²⁹

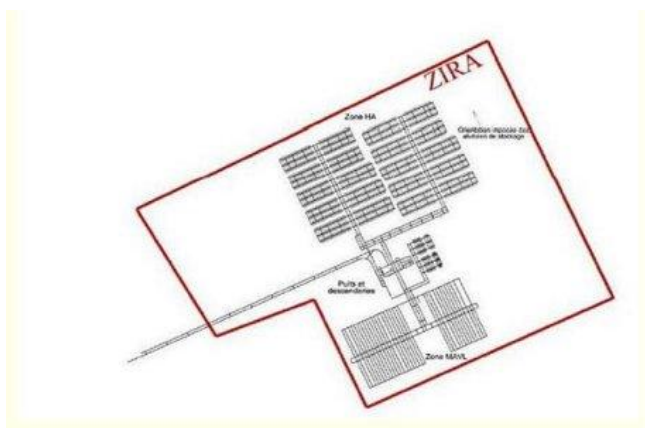
- L'ANDRA construit son argumentaire sur la polyvalence à moyen terme de Cigéo. A la croire, le site de Bure tel qu'il est aménagé possède toutes les qualités requises pour être à la fois aire d'entreposage et centre de stockage. L'ANDRA ne fait que répondre à une commande du législateur... auquel appartiendra en dernier recours la décision de fermer le site ou de le laisser ouvert sur une durée plus longue.
 - Le principal souci de l'ANDRA aujourd'hui est de garantir le maintien des compétences et le transfert des savoirs faire tout au long de l'exploitation (qui durera un siècle selon les prévisions actuelles). Il ne lui appartient pas de décider ce qui relève d'un choix de société. Sa seule mission est de proposer des dispositifs de sûreté, de surveillance et de maintenance du site qui ne ferment a priori aucune possibilité.
- Δ **Le problème est de savoir pourquoi le site de Bure a été choisi... L'ANDRA a du mal à répondre à cette remarque et se défausse une fois de plus sur le législateur.**

²⁹ <http://www.laradioactivite.com/fr/site/pages/TestColisC.htm>

- Il n'en reste pas moins que l'ouverture du site ne peut tout de même pas être prolongée à l'infini. L'ANDRA admet qu'au delà d'un siècle et demi après l'entreposage en grande profondeur, la fermeture est la seule solution technique pérenne pour garantir le meilleur niveau de sûreté. Dès lors la récupérabilité des colis deviendra pour ainsi dire impossible. Même si des "disposition actives de contrôle" du site sont maintenus la sûreté repose en dernier recours sur les qualités chimiques et mécaniques de l'argile.



- La fermeture complète assurant le plus haut niveau de sûreté du site se heurte cependant à un problème majeur. En effet l'ANDRA reconnaît que Cigéo n'occupe que 15 km² sur les 30 km² de la ZIRA³⁰. De l'aveu même de l'agence la construction dans ce périmètre d'un autre centre de stockage en grande profondeur pour accueillir les déchets des réacteurs qui succéderont à ceux aujourd'hui en service n'est pas à exclure... sans que l'on sache précisément si ce nouveau stockage sera une extension de Cigéo ou l'ouverture à proximité d'un autre centre :



31

³⁰ <http://burestop.free.fr/spip/spip.php?article229> ; <http://www.andra.fr/download/andra-meuse-fr/document/presse/100519.pdf>

³¹ <http://accid.over-blog.com/article-bure-l-andra-precise-sa-zira-mais-bonnet-dit-non-43518579.html>

Ce schéma prouve qu'il est envisageable que d'autres "ailes de papillon" soient aménagées à l'intérieur du périmètre actuel. Les parties Ouest et Est sont suffisamment étendues pour que des galeries et des alvéoles soient creusées et exploitées.

Force est de reconnaître que dès lors la fermeture complète du site serait reporter sine die après l'aménagement des nouvelles parties. Nous sommes donc bien en présence tout au plus d'un **dispositif de stockage partiel** dans la mesure où des travaux sont possibles sur une échelle de temps très longue.

La promesse de l'ANDRA d'un confinement total des matières radioactif s'affaiblit. Tant que des travaux seront à l'œuvre dans la ZIRA, le principe d'interposition³² ne sera pas effectif voire même jouera en défaveur de la sûreté. Si un incident survient sur une ou plusieurs alvéoles du stockage Cigéo, galeries, rampes et installations souterraines permettront une diffusion de la radiotoxicité... difficile à maîtriser.

- Somme toute, Cigéo pose plus de questions qu'ils n'apportent de réponses. Le nombre des paramètres à prendre en compte est tel que le niveau d'incertitude que ce soit sur les solutions techniques ou sur la gouvernance est considérable. L'ANDRA le reconnaît à demi mot. Jusqu'au vote de la nouvelle *loi sur la gestion à long terme du stockage des déchets radioactifs* le champ des possible reste très large et implique que des études soient menées dans un grand nombre de directions
- A titre d'exemple, l'ANDRA considère que le stockage de combustibles non traités est envisageable. Cela correspond au choix fait par les Suisses au Mont Terri³³. Un tel choix



implique seulement de revoir le diamètre des alvéoles. La doctrine générale de sûreté du site peut inclure un stockage de combustible usager... et aurait le mérite de réduire la quantité de MA puisque les assemblages seraient conteneurisés dans leur totalité sans nécessité des travaux complexes de séparation des structures et du combustible proprement dit.

L'ANDRA précise que la nature des colis destinés à Cigéo n'est pas de son fait mais dépend d'EDF et d'AREVA qui ont fait le choix du "retraitement". Le stockage de combustible "non traité" aurait le mérite d'offrir une solution plus simple aux MOX qui s'accumulent aujourd'hui à la Hague. De toute manière bien des options restent ouvertes et pourront être discutées à l'occasion du débat public....

³² Le principe de sûreté du stockage profond est l'interposition, entre le colis de déchets et les populations environnantes, d'une barrière dont la dimension est telle que la migration des radioéléments est très peu probable vers la surface.

³³ <http://www.dna.fr/edition-de-mulhouse-et-thann/2012/02/05/stockage-en-sous-sol>
<http://www.bfe.admin.ch/radioaktiveabfaelle/index.html?lang=fr>

- Finalement l'ANDRA ne manque ni d'écoute ni d'arguments... ce qui lui fait défaut c'est la visibilité à long terme de l'évolution du projet mais aussi des financements à la hauteur de la mission qui lui est confiée.

L'évaluation des coûts jusqu'à la fermeture de Cigéo³⁴

Dans leur comptabilité, les producteurs doivent prévoir les ressources nécessaires à la construction et à l'exploitation de Cigéo sur toute sa durée. Pour cela, il est demandé à l'Andra d'évaluer tous les coûts de l'installation pendant son exploitation, sur une période de plus de 100 ans.

La dernière évaluation du coût du stockage arrêtée par le ministère en charge de l'énergie date de 2005. Les coûts de construction, d'exploitation et de fermeture du stockage avaient alors été estimés entre 13,5 à 16,5 milliards d'euros. Cette estimation était fondée sur les concepts techniques préliminaires datant de 2002. Ces montants sont des coûts bruts, non actualisés. Les montants provisionnés seront dépensés sur une période de temps longue. Dans l'attente de leur dépense effective, leur placement permet d'obtenir des rendements financiers. Les dépenses futures sont donc d'abord estimées en valeur brute. Ces valeurs brutes sont ensuite « actualisées » par les producteurs pour déterminer les montants à provisionner aujourd'hui pour couvrir les dépenses futures. En 2010, les charges de gestion des déchets radioactifs dans les comptes des producteurs représentent ainsi 28,4 milliards d'euros en valeur brute et 9,5 milliards d'euros en valeur actualisée (source : *Cour des comptes*).

L'Etat a engagé un processus de mise à jour de cette évaluation :

En 2009, l'Andra a réalisé un chiffrage sur la base des études techniques en cours, de l'évolution de l'inventaire et des conditions économiques (inflation, prix des matières premières...). Les producteurs ont demandé la prise en compte d'optimisations techniques (allongement des alvéoles de stockage, creusement au tunnelier...). Ces pistes d'optimisation sont examinées dans le cadre des études d'esquisse.

L'Andra proposera un nouveau chiffrage en 2013, qui prendra notamment en compte les modifications éventuelles apportées au projet suite au débat public.

Le ministre chargé de l'énergie arrêtera l'évaluation du coût du stockage, conformément au Code de l'environnement, et la rendra publique après avoir recueilli les observations des producteurs et l'avis de l'Autorité de sûreté nucléaire.

Ces évaluations couvrent l'ensemble des déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue existants et à produire par les installations nucléaires françaises actuelles. Selon le rapport de la Cour des comptes sur les coûts de la filière électronucléaire (janvier 2012), l'ordre de grandeur du coût du stockage est de 1 à 2 % du coût de production d'électricité.

Il est à noter que ces évaluations restent dépendantes de paramètres comme les options de sûreté, qui seront validées par l'Autorité de sûreté nucléaire, les conditions de réversibilité, qui seront déterminées par une future loi, le programme de livraison des déchets, l'évolution des technologies, l'évolution du coût des matériaux, les règles applicables en matière de fiscalité, etc.

Mais nous n'avons pas eu le temps d'aborder en détail cet aspect. Une chose est certaine néanmoins, le projet est cher et les coûts de l'expérimentation sont déjà colossaux. Serait-ce à dire que l'ANDRA est "too big to fail" ? Le pas peut être franchie sans scrupules. Il ne faudrait tout de même pas que tout cet argent ait été gâché....

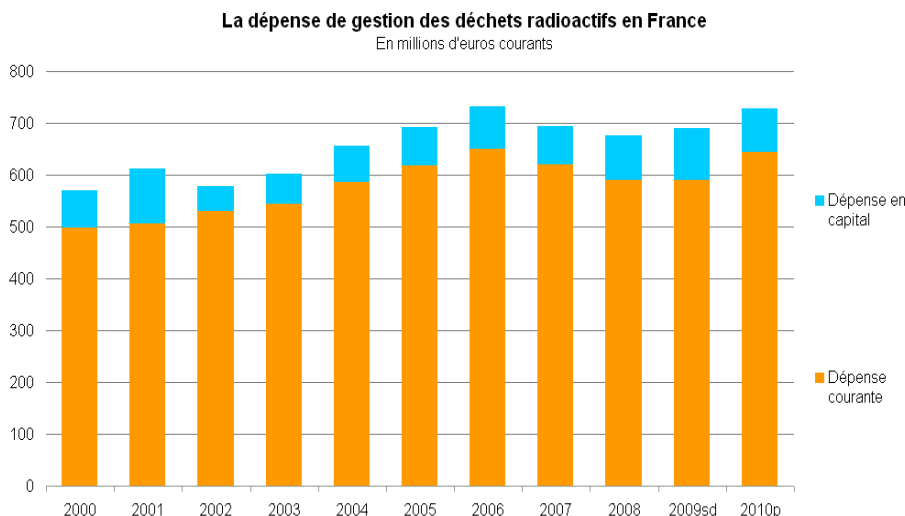
³⁴ <http://www.cigeo.com/le-cout-du-projet>

Quelques précisions sur le coût prévisionnel de la gestion des déchets

La dépense relative à la **gestion des déchets radioactifs** augmente en 2010 (+ 5,7 %), pour atteindre 729 millions €³⁵. Elle porte sur les activités de collecte, transport, traitement et conditionnement, stockage et entreposage ainsi que sur les mesures, contrôles et analyses correspondant à ces activités de gestion. Elle est évaluée pour les déchets radioactifs d'origine civile provenant principalement de la production électronucléaire et de la recherche.

La gestion des déchets radioactifs est en grande partie externalisée aux deux producteurs principaux de services correspondants : AREVA et l'ANDRA. La dépense externe augmente de 6,7 % en 2010. EDF fait appel à AREVA pour la gestion de ses déchets radioactifs pour un montant estimé à 341,1 millions € en 2010 ce qui représente près de 70 % de la dépense externe. La part des activités d'EDF sous-traitée à l'ANDRA atteint 37 millions € en 2010. Ce sont en grande partie des activités de stockage-entreposage. Enfin, la part de la dépense externe constituée des prestations pour EDF hors ANDRA et AREVA s'élève à 116,2 millions €. Ce sont des prestations de traitement-conditionnement.

Parallèlement à l'augmentation significative de l'externalisation, la dépense de gestion interne augmente sensiblement en 2010 et atteint 124,7 millions € (+ 20,9 %). Cette dépense est en grande partie réalisée par le Commissariat à l'énergie atomique (CEA).



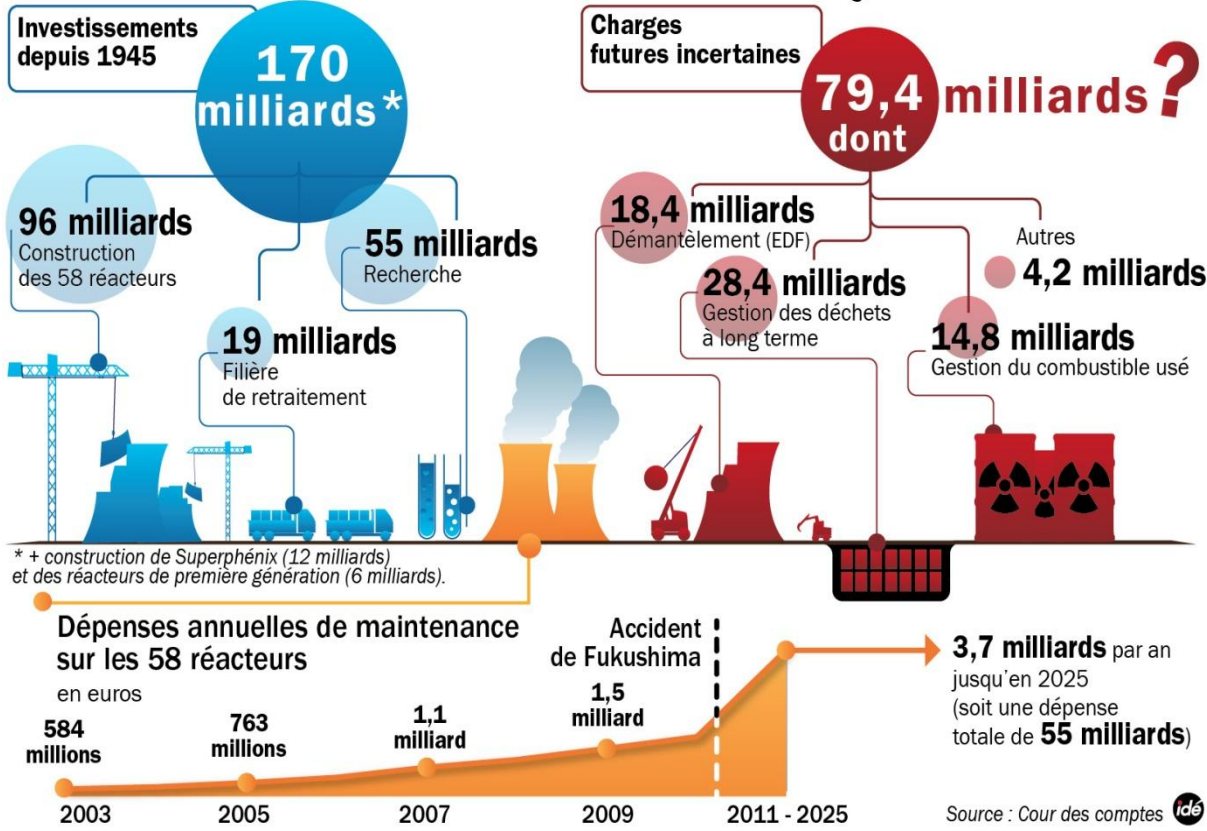
Note : sd : données semi-définitives, p : données provisoires.
Source : SOeS - Commission des comptes et de l'économie de l'environnement, juin 2012.
Champ : France entière.

L'essentiel de la dépense courante correspond à des opérations de « *traitement et conditionnement* » des déchets. Ce mode de gestion est estimé à 556,9 millions € en 2010 (en hausse de 9,8 % par rapport à 2009) ce qui représente 86,3 % de la dépense courante.

³⁵ Source MEDDE : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/375/1257/depense-gestion-dechets-radioactifs.html>

La part "traitement et conditionnement" croit tendanciellement à un rythme soutenu depuis une décennie. Le reste de la dépense relève principalement d'opérations de stockage-entreposage (79,7 millions €). Une partie de l'augmentation de la dépense courante est imputable à des charges d'exploitation courantes d'EDF concernant l'installation de conditionnement et d'entreposage des déchets activés (ICEDA) dont le chantier est en cours sur le site de la centrale nucléaire de Bugey dans l'Ain.

Le coût de la filière nucléaire française



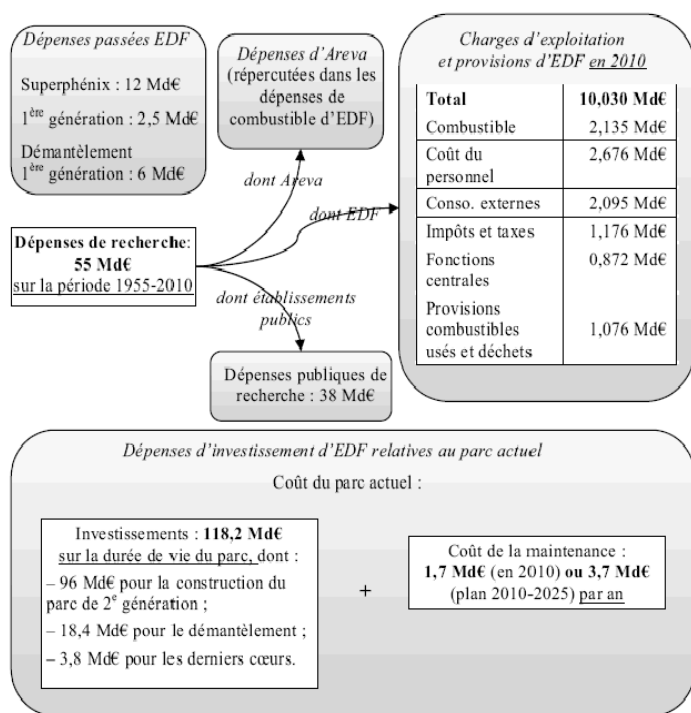
Le rapport sénatorial sur *le coût réel de l'électricité*³⁶ considère que cette dérive constante du coût de la gestion du combustible détermine une hausse tendancielle de la facture d'électricité³⁷.

Il ressort des évaluations des sénateurs que les coûts de l'électricité nucléaire française sont encore sous-évalués : en incluant les travaux de maintenance post-Fukushima, la commission les évalue à **54,2 € par mégawatheure**. C'est plus que l'évaluation du rapport de référence publié par la Cour des comptes au début de l'année (49,5 €) et plus que le prix de l'accès régulé à l'électricité nucléaire historique (Arenh), c'est-à-dire le prix officiel du courant nucléaire, qui est de 42 € depuis le 1^{er} janvier 2012.

³⁶ <http://www.senat.fr/rap/r11-667-1/r11-667-11.pdf>
³⁷ http://www.lemonde.fr/economie/article/2012/07/19/la-facture-d-electricite-des-francais-doublera-d-ici-a-2020_1735483_3234.html ; <http://www.atlantico.fr/decryptage/50-pourcent-tarifs-electricite-2020-pourquoi-telle-hausse-425511.html>

Le rapport, comme celui de la Cour des comptes publié au printemps, relève aussi des « incertitudes » supplémentaires notamment sur le démantèlement, plus les coûts d'assurances pour un accident ou des frais de recherche. Des coûts qui porteraient le total à 75 euros le mégawatheure, même si la Commission s'est refusé à effectuer officiellement cette addition « *parce qu'on n'a pas voulu rajouter des incertitudes aux incertitudes* », selon Jean Désessard.

Cependant, ce coût ne prend pas en compte plusieurs paramètres qui font l'objet de débats et d'estimations variées mais pour lesquels la commission d'enquête a néanmoins tenté de donner une évaluation : l'élévation du niveau de sûreté exigée après Fukushima (qui portera le prix du MWh à 54,2 € selon la Cour des comptes), les taux d'utilisation des centrales, les coûts de démantèlement (estimés par la commission d'enquête à 2,46 €/MWh), la gestion des déchets (+0,19 €/MWh), la recherche publique (+7,11 €/MWh), les coûts publics pour la sécurité, la sûreté, la transparence (+0,56 €/MWh), l'assurance (+9,83 €/MWh), le taux d'actualisation qui passe de 5 % à 4 % (+0,40 €/MWh)...



Ainsi, en prenant en compte l'ensemble de ces paramètres, l'écart entre le coût du nucléaire et celui des énergies renouvelables est bien moins important.

Le MWh de l'éolien terrestre coûte 82 € les premières années (tarifs d'achat) puis entre 28 € et 82 € selon les sites, celui de l'éolien offshore sera à 200 € en 2020 ; pour le photovoltaïque, il se situe entre 229 € (moyennes installations) et 370,6 € (petites installations). Des chiffres qui pourraient encore baisser : de nombreux experts prédisent une baisse des coûts dans les années à

venir et la parité réseau pour les énergies renouvelables.

Des investissements considérables pour les 20 prochaines années

« *Quel que soit le mix énergétique choisi, des investissements colossaux devront être réalisés dans les vingt prochaines années, autour de 400 milliards d'euros* », estime Jean Desessard, rapporteur écologiste de la commission d'enquête.

*

Conclusions

1. L'ANDRA en raison des très fortes incertitudes qui pèsent sur la poursuite de sa mission cherche des appuis politiques pour réaliser un centre de stockage à la hauteur des enjeux de gestion sur le très long terme des déchets radioactifs.
2. L'ANDRA offre la possibilité d'associer des partenaires à la conception puis à la gouvernance du projet que ce soit à l'occasion du débat public ou des comités de suivi qui seront institués dès le début des travaux.



3. L'ANDRA est persuadée qu'il n'existe aucune alternative crédible au projet Cigéo qui peut s'appuyer sur vingt années d'expérimentation et un réel effort de recherche et de développement. Les solutions alternatives ont été abandonnées une à une en raison de la faiblesse des dispositifs qu'elles proposaient. Seul Cigéo garantit le stockage dans les meilleures conditions de sûreté des déchets radioactifs sans reporter la charge de leur gestion sur les générations futures.
4. Pour l'ANDRA, Cigéo est une réelle opportunité pour le développement économique et industrielle de la région³⁸. Le centre de stockage en couche géologique profonde créera 1000 emplois définitifs et 2000 en phase de travaux... si l'environnement suscite une grande attention de l'ANDRA³⁹, on ne peut pas dire que ce soit le cas des activités humaines traditionnelles.
5. Finalement le talon d'Achilles du projet est son fonctionnement comme un simple centre d'entreposage sur une durée très longue. Rien ne justifie dès lors le choix de ce site... à moins de vouloir l'étendre continuellement en raison des espaces considérés comme disponibles ici.

Bure n'a pas vocation à devenir la poubelle nucléaire de l'Europe, d'autant plus que les incertitudes techniques sur la fiabilité du dispositif sont loin d'être fermées.

³⁸ <https://cigeo.com/accueil/category/le-developpement-du-territoire>

³⁹ <http://www.andra.fr/download/site-principal/document/editions/355D.pdf>

Les déchets radioactifs en France

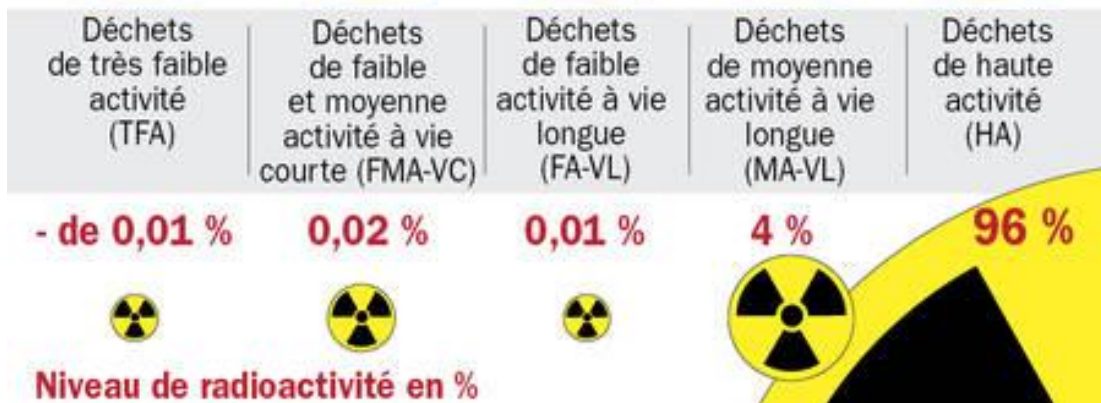
1,320 million de m³ de déchets radioactifs à fin 2010 :

Volume de déchets en %

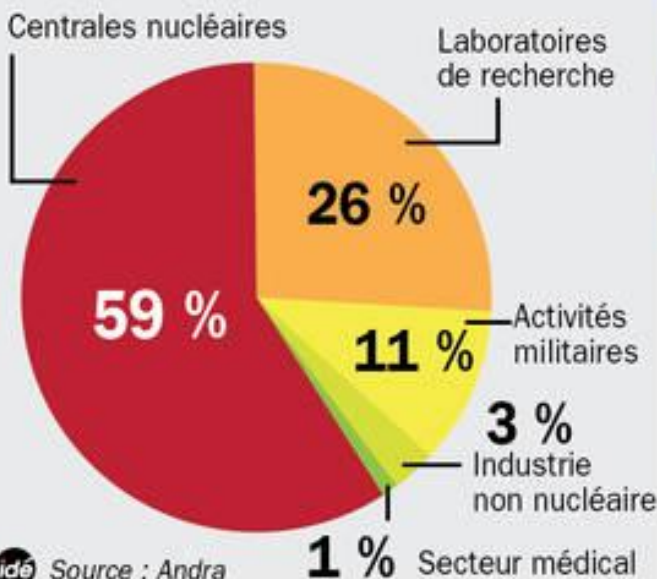


L'évolution prévue en volume (m³)

2010	1 320 000
2030	2 700 000



D'où viennent-ils ?



Source : Andra