

Le journal de l'ANDRA

Édition

Meuse / Haute-Marne

TOUT SAVOIR SUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS



L'Andra, acteur du démantèlement.

L'ÉVÉNEMENT

Un tunnelier à l'essai

Une nouvelle méthode de construction de galerie est testée dans le Laboratoire souterrain de l'Andra : le creusement au moyen d'un tunnelier à attaque ponctuelle associé à la mise en place d'un soutènement par voussoirs.

C'est d'abord un Meccano géant en sous-sol, qui s'est achevé, fin avril, au Laboratoire souterrain de l'Andra : descendues à 490 m de profondeur, les pièces du tunnelier à attaque ponctuelle y ont été assemblées pendant trois mois. La machine, cylindrique, longue de 17 m et pesant plus de 180 tonnes, occupe toute la section de la galerie.

Suite page 2 ...

À la demande de la Commission particulière du débat public Cigéo, ce numéro du *Journal de l'Andra* édition Meuse/ Haute-Marne, dont la parution doit avoir lieu pendant la période de débat, ne sera pas diffusé. Nos lecteurs pourront néanmoins le télécharger sur le site Internet www.andra.fr. Des exemplaires imprimés seront également disponibles pour les visiteurs du Centre de Meuse/ Haute-Marne.

Dans ce numéro



**L'ACTUALITÉ
DANS LA MEUSE**
Quelle
surveillance
sanitaire autour
de Cigéo?

P.4



ZOOM SUR...
Les déchets
issus du
démantèlement

P.8/9



DOSSIER
L'Andra
acteur du
démantèlement

P.10/13



NATIONAL
Quatre
scénarios
énergétiques
pour l'avenir

P.14

2 | L'ACTUALITÉ EN MEUSE / HAUTE-MARNE

L'ÉVÉNEMENT

Suite de la page 1

Courant juin, après quelques semaines de tests, les dents fixées sur un cône à l'avant du tunnelier ont commencé à creuser la roche argileuse. L'outil de coupe en forme de fraise, monté sur un bras articulé, est capable de balayer tout le front de taille sur plus de 7 m de diamètre. Les miettes d'argile tombent puis sont avalées à l'intérieur du bouclier qui protège les hommes et la machine. Elles sont alors évacuées par un convoyeur, sorte d'intestin mécanique qui traverse l'engin. À l'arrière, des chargeurs surbaissés récupèrent ces gravats et les emportent vers le puits d'où ils sont remontés à la surface.

Une mise en place progressive du soutènement des galeries

Par ce puits proviennent aussi les voussoirs qui maintiennent la galerie ouverte : il s'agit d'arcs préfabriqués en béton armé, épais de 45 cm, larges de 80 cm. Il en faut huit pour constituer l'anneau

de soutènement. Les voussoirs sont mis en place au fur et à mesure de la progression de l'engin dans la galerie grâce à un système hydraulique installé au milieu de la machine, derrière le bouclier. C'est sur eux que s'appuie le tunnelier pour avancer grâce à ses 17 vérins développant une force de 1 470 tonnes.

À la fin de l'année, le tunnelier aura ainsi creusé une première galerie-test de 83 m de longueur. Une seconde galerie perpendiculaire à la première est programmée fin 2014. L'Andra disposera ainsi de mesures dans les deux directions où les poussées de la roche sont soit les plus faibles soit les plus fortes.

Dimensionner le stockage

"Le Centre industriel de stockage géologique (Cigéo) n'est pas un simple ouvrage de génie civil", explique Gilles Armand, chef du service de géomécanique à l'Andra. "Nous devons, d'une part, démontrer

que nous connaissons l'impact des galeries sur les propriétés de confinement de la couche d'argile qui accueillera le stockage. D'autre part, il nous faut assurer que les ouvrages souterrains resteraient stables tout le temps d'exploitation du site. L'observation de la réaction de la roche lorsqu'elle est soutenue par des voussoirs nous aidera à comprendre le comportement mécanique des galeries." "Pour l'Andra, complète Laurence Richard, ingénieure responsable du service travaux au Centre de Meuse/Haute-Marne, cet essai technologique contribue à optimiser les méthodes de creusement et de revêtement qui pourraient être employées dans Cigéo."

Si sa construction est autorisée, ce site souterrain nécessitera près d'une centaine de kilomètres de galeries pour relier les alvéoles où seront stockés les déchets.



1

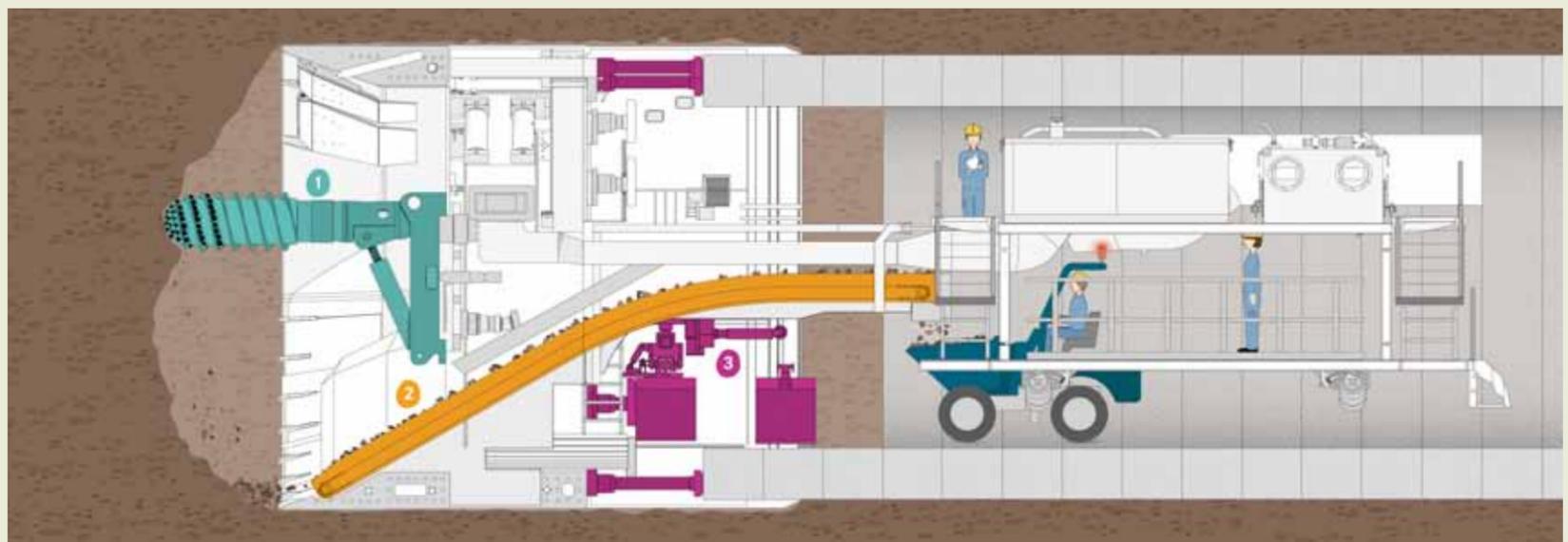
Tête du tunnelier armée de dents permettant le creusement de la galerie.

2

Tapis roulant qui achemine les gravats jusqu'au chariot par lequel ils seront évacués.

3

Système hydraulique permettant la pose des voussoirs au fur et à mesure de l'avancement du tunnelier.





Les voussoirs en béton sont mis en place à l'arrière du tunnelier (photo prise lors des essais en surface).



À l'avant du tunnelier, les dents montées sur un bras articulé mordent l'argile.

TÉMOIGNAGES

Alain Rolland, directeur du département technique au Centre de Meuse/Haute-Marne

“ Affiner le dimensionnement des futures galeries ”

Le tunnelier va nous servir à tester une nouvelle façon de soutenir nos galeries à l'aide de voussoirs, qui sont des éléments en béton utilisés dans la majorité des tunnels. Cette technique de soutènement rigide apportera des éléments de comparaison par rapport aux soutènements déjà employés au Laboratoire avec des cintres coulissants ou du béton coffré. Les enseignements sur le comportement de la roche et des voussoirs que nous allons ainsi acquérir contribueront ensuite à affiner le dimensionnement des galeries de grandes dimensions du futur stockage souterrain Cigéo.



Jean-Jacques Vergnes, responsable du projet Andra au sein de l'entreprise allemande Herrenknecht qui a fabriqué le tunnelier

“ Une centaine de pièces de 5 tonnes maximum chacune ”

La conception et la fabrication de ce tunnelier à attaque ponctuelle ont nécessité plus d'un an de travail. Le challenge de ce projet était de découper une machine de 180 tonnes en une centaine de pièces pesant moins de cinq tonnes chacune afin qu'elles puissent être descendues dans la cage d'ascenseur du Laboratoire souterrain de l'Andra. D'habitude, nos tunneliers sont livrés en un nombre réduit d'éléments de grande taille que nous assemblons en surface, devant la future entrée du tunnel. De plus, cette machine devra encore être démontée à la fin du creusement de la première galerie, remontée en surface puis redescendue à nouveau pour creuser une seconde galerie perpendiculaire à la première.



Thierry Théodore, chef de projet chez Eiffage TP pour le chantier du Laboratoire souterrain de l'Andra

“ Des voussoirs adaptés aux puits d'accès et au tunnelier ”

Il s'agit d'un matériel nouveau pour le personnel actuellement sur le chantier de Bure : nous avons donc organisé des formations directement chez le fabricant, en Allemagne, pour plus de dix personnes qui se sont ainsi familiarisées avec cette machine. Par ailleurs, même si la technique des voussoirs est classique, il a fallu les adapter aux dimensions du passage dans les puits d'accès aux galeries, d'une part, et à la taille du tunnelier, d'autre part.



Quelle surveillance sanitaire autour de Cigéo ?

Pour répondre à la demande exprimée notamment par le Clis, l'Andra étudie depuis 2009 avec l'Institut de veille sanitaire comment suivre les questions de santé des habitants de la zone où pourrait être implanté le stockage Cigéo. Elle élabore également une méthodologie basée sur les données déjà disponibles en partenariat avec les observatoires régionaux de la santé.

La mise en place d'un suivi épidémiologique autour de Cigéo répond à un souhait exprimé à plusieurs reprises par les acteurs locaux, et notamment le Clis, qui s'est fortement impliqué dès le départ sur le sujet. *"Une telle surveillance ne fait clairement pas partie des prescriptions imposées à un exploitant, mais l'Andra a considéré que cette demande méritait d'être prise en considération et a mené une réflexion sur ce sujet, en interne d'abord, puis en y associant l'InVS, explique Yannick Arimone, épidémiologiste à l'Andra. Les pistes de recherche identifiées ont été examinées par un groupe d'experts indépendants* avant d'être proposées, fin 2012, aux différents ministères concernés (santé, recherche, écologie)."* Celles-ci s'articulent autour de plusieurs axes : la mise en place de dispositifs de recueil de pathologies, d'un observatoire démographique pour suivre l'évolution des populations et des travailleurs amenés à intervenir sur le site, un élargissement des données suivies au travers de l'Observatoire pérenne de l'environnement. Les réflexions menées ont aussi souligné que l'implantation de Cigéo pourrait être utilisée comme levier pour améliorer l'offre de soins, par exemple en synergie avec les infrastructures envisagées pour les besoins de la médecine du travail. *"Le dossier est maintenant entre les mains de l'État, qui doit définir les modalités de mise en œuvre et de gouvernance du dispositif",* précise Yannick Arimone.

Un protocole à définir

Parallèlement, l'Andra a engagé en 2012 une réflexion méthodologique avec les observatoires régionaux de la santé (ORS) de Lorraine et de Champagne-Ardenne pour identifier les données de santé déjà disponibles et déterminer quelles données sociodémographiques complémentaires pourraient être intégrées dans le futur dispositif de surveillance sanitaire. Après cet inventaire, les précisions concernant le protocole d'utilisation des données (collecte, traitement, exploitation...) sont en cours de finalisation.

"Parallèlement à ce recueil des données déjà disponibles, nous avons demandé aux ORS de réfléchir à l'élaboration d'un questionnaire, qui permettrait de récolter des informations directement auprès de la population concernée... complète Yannick Arimone. La démarche alimentera le suivi sanitaire global. Elle a été présentée à la commission environnement et santé du comité local d'information et de suivi de Bure, qui a exprimé son intérêt pour participer activement au dispositif lorsque celui-ci sera effectivement mis en œuvre."

* Observatoire régional de santé de Champagne-Ardenne (ORSCA) et Observatoire régional de la santé et des affaires sociales de Lorraine (ORSAS Lorraine).

** Ce groupe était constitué d'experts en épidémiologie issus du CEA, de l'Inserm et de l'IRSN.



Suivre l'état de santé des riverains du futur Cigéo est une demande relayée par le comité local d'information et de suivi (en photo la permanence du Clis dans l'ancien lavoir de Bure).

TÉMOIGNAGES

Jean-Marc Fleury, membre de la commission environnement et santé du Clis de Bure, maire de Varney (55)

“ La réalisation d'un état sanitaire de référence est primordiale ”

En tant qu'opposant au projet Cigéo, ça fait longtemps que je milite pour que ce centre ne voie pas le jour. Mais si cela doit finalement arriver, il est primordial de se donner la possibilité d'avoir des études comparatives de la santé des populations qui soient incontestables. Et cela implique la réalisation d'un état sanitaire zéro de la population avant d'y stocker le moindre déchet, et avant même la construction du centre. C'est une demande récurrente de la commission santé et environnement du Clis à laquelle je siège. À ce titre, la démarche engagée par l'Andra va dans le bon sens. Nous souhaitons avancer sur ce sujet, et avons demandé à ce que



le porteur du projet ne soit plus l'Andra mais le Clis, qui nous semble être le mieux placé pour en assurer la maîtrise d'œuvre. Cela fait partie intégrante de notre mission d'information.

Michel Bonnefoy, directeur de l'observatoire régional de la santé et des affaires sociales de Lorraine

“ Prendre en compte les indicateurs socio-économiques ”

Nous avons répondu avec nos collègues de l'observatoire de la santé de Champagne-Ardenne à l'appel à projets de l'Andra. Notre travail a d'abord consisté à lister les données sanitaires existantes et identifier les plus pertinentes dans le cadre d'une surveillance épidémiologique du territoire concerné par le projet. Nous avons insisté sur la nécessité d'intégrer des données qualitatives (enquête sociologique) et socio-économiques qui peuvent influencer sur l'état sanitaire des populations. Nous devons maintenant préciser à quel moment recueillir quelles données, auprès de qui, si elles n'existent pas sous forme de données brutes, comment les agréger, sous quelle forme les restituer, comment les archiver, quel type d'analyse réaliser en précisant les limites de ce travail (aspect statistique). Ce protocole servira ensuite de référence pour ceux qui réaliseront l'étude.



L'économie et la démographie autour du Laboratoire

D'après l'INSEE, l'Andra génère des retombées économiques jusqu'à 50 km autour du Centre de Meuse/ Haute-Marne. Mais, sans nouvelle implantation industrielle, ce secteur perdrait encore des habitants.

L'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) consacre le numéro d'avril de sa revue *Économie lorraine* au territoire situé dans un rayon d'une heure de voiture autour du site de l'Andra implanté à la limite des deux départements de la Meuse et de la Haute-Marne. Sous le titre "Le Laboratoire de Bure-Saudron : des emplois jusqu'à 50 km à la ronde", l'étude s'intéresse à l'évolution démographique et à la structure de l'économie d'une zone comptant 567 communes, réparties sur six départements, et totalisant 293 700 habitants. Les villes du secteur

étudié sont situées en périphérie. Il s'agit de Bar-le-Duc, Commercy, Toul, Neufchâteau, Chaumont et Saint-Dizier.

530 emplois directs générés par le Laboratoire

D'après les données de l'année 2011, l'étude estime que les emplois directs, indirects et induits liés aux activités du Laboratoire souterrain avoisinent les 530 équivalents temps plein. Le dossier se termine par une projection prévoyant une poursuite de la baisse démographique à l'horizon

2030 dans un scénario considérant que rien ne changerait d'un point de vue économique, c'est-à-dire sans prendre en compte ni l'implantation de l'usine Safran à Commercy (400 emplois à l'horizon 2017), ni celle du projet de Centre de stockage géologique Cigéo (1 300 à 2 300 emplois directs sur la période de construction de 2019 à 2025, puis 600 à 1 000 emplois pendant un siècle d'exploitation) s'il est autorisé.

L'étude complète est en ligne sur le site www.insee.fr (étude n° 308 - avril 2013).

EN BREF

■ Journées de l'énergie et semaine du développement durable

Théâtre, rencontres, visites et expositions : du 27 mars au 7 avril, l'Andra s'est mobilisée pour les *Journées de l'énergie et du développement durable*. Le Centre de Meuse/ Haute-Marne a ainsi programmé une pièce de théâtre scientifique sur le changement climatique intitulée *0,6 degré Celsius*, accompagnée d'une exposition *À la découverte des énergies*, et d'une rencontre avec les chercheurs de l'université de Lorraine et de l'Andra dans le cadre de l'exposition *En passant par la chimie... avec ses labos*.



0,6 degré Celsius, une pièce écrite et jouée par la Comédie des ondes, à l'Espace technologique de l'Andra, à Saudron.

■ Enquête alimentaire

Afin de mieux connaître les habitudes alimentaires des populations vivant à proximité du Centre de Meuse/ Haute-Marne, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire mènera cet été une enquête auprès d'une cen-

taine de familles volontaires vivant dans les 28 communes que compte l'aire d'étude de l'Observatoire pérenne de l'environnement. Cette enquête alimentaire, qui n'a pas de caractère réglementaire, permettra de mettre à

jour et d'adapter localement les données datant de 1991 qui sont utilisées dans les études de sûreté préalables à la demande d'autorisation de création du Centre de stockage géologique profond Cigéo.

■ La biodiversité à la loupe

Après l'hiver, comme chaque année depuis 2009, l'Observatoire pérenne de l'environnement relance des études de la biodiversité autour du Centre de l'Andra en Meuse/ Haute-Marne. D'avril à novembre, les bureaux d'études, associations environnementales et universitaires mandatés par l'Andra observent les petits mammifères, la flore, les amphibiens ou encore les oiseaux. Les données récoltées sont ensuite analysées afin de mieux comprendre le fonctionnement et l'évolution des écosystèmes.



Les batraciens font l'objet de comptage à l'aide de filets implantés le long des routes qu'ils traversent au printemps.

Du nouveau dans le paysage autour du Laboratoire

Entre Bure et Saudron, de nouveaux bâtiments se sont inscrits dans le paysage tandis qu'on construit aussi au Centre de Meuse/Haute-Marne.

Sur la route départementale qui longe le Laboratoire de l'Andra, l'automobiliste curieux doit faire un tour de rond-point supplémentaire s'il veut découvrir les deux nouvelles constructions sorties de terre avec le printemps. Implantées à côté du cube des archives industrielles d'EDF, elles se répondent dans leurs formes comme dans l'usage du bois. Sur celle de gauche : l'enseigne "hôtel-restaurant" invite à la pause. Ce complexe érigé par la commune de Bure ouvrira cet été, et proposera à ses clients, outre la perspective d'un bon repas, le confort de ses quatorze chambres. En face, l'écothèque édifée par l'Andra semble

coiffée d'une casquette blanche qui protège du soleil la façade où alternent bandes vitrées et boisées. Véritable "bibliothèque du vivant", cet édifice high-tech abritera tout un processus destiné à conserver les échantillons de faune, de sol, d'eau ou de flore prélevés dans le cadre de l'Observatoire pérenne de l'environnement. Régulièrement prélevés et archivés avant et pendant toute la durée d'exploitation de Cigéo, ils pourront révéler les évolutions à long terme du milieu naturel. Ce bâtiment scientifique innovant disposera aussi d'un espace d'information ouvert au public.

Au sein du Laboratoire, les projets immobiliers fleurissent aussi

Continuant son tour de rond-point, l'automobiliste peut aussi se garer et marcher pour découvrir le nouveau bâtiment où les visiteurs sont équipés avant de descendre dans le Laboratoire souterrain. Réceptionné à la mi-mai, il ressemble à ses voisins : même crépi, même bardage, même toit de tuiles rouges à pans coupés... Mais un œil averti distinguera l'embonpoint de ses murs, dû à une isolation renforcée qui le fait rentrer dans la catégorie des constructions dites à haute qualité environnementale (HQE).



L'Écothèque (à gauche de la photo) sera opérationnelle pour l'automne tandis que l'hôtel-restaurant (au centre) a été inauguré le 3 juin.

Stockage Cigéo : comment le public débat

Jusqu'au 15 octobre, chaque citoyen peut s'informer et s'exprimer au sujet du projet de stockage Cigéo par différents canaux : du traditionnel envoi de courrier postal jusqu'à la participation via Internet ou la rédaction d'un "cahier d'acteur".

Depuis le 15 mai, la Commission particulière du débat public (CPDP), instance chargée d'organiser la concertation sur le projet de stockage profond et réversible des déchets radioactifs qui est porté par l'Andra, met en œuvre d'importants moyens de communication.

Ainsi, après avoir distribué deux brochures présentant le projet Cigéo et les modalités du débat dans toutes les boîtes à lettres des départements de la Meuse et de la Haute-Marne, ainsi que dans les deux cantons vosgiens les plus proches du site pressenti pour implanter le centre Cigéo, la CPDP a programmé quatorze réunions publiques. Ouvertes à tous, les premières réunions ont été annulées ou

reportées en raison du chahut mené par des opposants au projet qui ont empêché toute discussion.

Malgré ces difficultés, le débat se poursuit, en particulier sur Internet où le site www.debatpublic-cigeo.org a déjà enregistré près de 250 questions et avis d'internautes durant son premier mois de fonctionnement. Dans le même temps, une dizaine de "cahiers d'acteurs" a déjà été publiée : ces contributions de quatre pages sont rédigées par des personnes physiques ou morales qui souhaitent prendre une part active au débat. Elles peuvent être reçues jusqu'au 15 octobre, date de clôture du débat.



La CPDP a présenté à la presse, les 25 et 26 avril derniers, les modalités du débat. Elle peut être contactée par courrier au 18, avenue Gambetta, 55000 Bar-le-Duc ou par téléphone au 03 29 77 88 26.

L'Église prend part aux réflexions sur l'éthique de Cigéo

Sous la houlette de Monseigneur Stenger, évêque de Troyes et président de l'association chrétienne *Pax Christi*, un groupe de concertation sur les aspects éthiques du projet de stockage géologique des déchets nucléaires s'est réuni les 30 avril et 7 mai derniers. Jean-Marc Grand, prêtre du diocèse de Troyes et animateur des réunions, revient pour *Le Journal de l'Andra* sur les objectifs de cette concertation.



Pourquoi l'Église s'intéresse-t-elle à l'éthique de Cigéo ?

La question du stockage des déchets nucléaires intéresse la société tout entière. Elle est certes liée aux choix énergétiques de notre pays, mais elle touche au vivre ensemble, au sens que l'on peut donner à la vie en société, à l'homme dans sa vision de l'avenir et de sa propre responsabilité vis-à-vis de la création. À ce titre, elle nous concerne en tant que croyant et en tant que citoyen. *Pax Christi France* est un mouvement catholique ayant pour objectif de faire des propositions sur tout ce qui touche à la paix dans le monde. Son antenne Environnement et mode de vie s'attache plus particulièrement à initier ou à contribuer à des débats citoyens sur des grandes questions de société. Elle a initié, il y a un an, une réflexion sur les enjeux éthiques de la gestion des déchets nucléaires en réunissant un premier groupe de travail composé de personnes habitant à proximité des installations de l'Andra dans l'Est. Ses conclusions serviront de base à des échanges plus larges, dans le cadre d'un groupe de concertation national sur le projet Cigéo.

Qui participe à ce groupe de concertation et quel en est l'objet ?

Il rassemble une vingtaine de participants, chrétiens ou non, opposants ou partisans du projet.

Outre des représentants du premier groupe de travail local, il intègre aussi des parties prenantes du projet, notamment l'Andra et l'IRSN. L'idée est de permettre à chacun de s'exprimer, pour élargir la réflexion et approfondir le questionnement lié à ce sujet.

La concertation n'a pas pour objectif de parvenir à un accord. Il s'agit surtout d'écouter ce que les uns et les autres ont à dire, et de poser les consensus et les dissensus autour de ces grandes questions.

Comment va s'organiser cette concertation ?

Nous avons soumis aux participants par courrier une série de questions identifiées par le précédent

groupe de travail. Celles-ci ont trait à la démocratie, à l'information et à la communication, au financement du projet, aux mesures d'accompagnement, aux solutions alternatives ou encore à la réversibilité du stockage. Autant de sujets sur lesquels ils ont été invités à s'exprimer lors de deux réunions de travail organisées à la maison de la Conférence des évêques à Paris le 30 avril et le 7 mai. Le calendrier de ces réunions a été fixé pour tenir compte des contraintes du débat public sur le projet Cigéo qui a débuté le 15 mai. Les résultats de cette concertation seront versés au débat public sous la forme d'un compte rendu et d'un rapport.

TÉMOIGNAGE

Jean-Michel Hoorelbeke, directeur adjoint des programmes à l'Andra et participant au groupe de concertation nationale

“L'éthique est au cœur de la mission de l'Andra”

L'Église a organisé cette rencontre dans le cadre du dialogue qu'elle s'attache à faciliter entre les citoyens sur les grands sujets de société. L'Andra étant ouverte à toute occasion de dialogue, c'est donc avec beaucoup d'intérêt que nous y avons participé pour expliquer la dimension éthique du projet Cigéo. En effet, l'éthique est au cœur du cadre législatif de gestion des déchets radioactifs en France. Agence publique, indépendante des producteurs de déchets radioactifs, l'Andra porte un projet qui n'est dicté ni par la rentabilité financière, ni par la facilité technique, mais par le seul souci de protéger de la manière la plus robuste possible l'environnement et les générations futures. Son action est guidée par trois principes. Celui de responsabilité : ne pas faire peser sur les générations suivantes la charge de nos déchets. Celui de précaution : mettre en œuvre la solution la plus sûre pour réduire définitivement les risques pour l'avenir. Mais aussi celui de réversibilité, pour préserver la liberté de choix des prochaines générations en proposant une approche progressive et ouverte du stockage, un processus de fermeture par étapes révisable pendant les 100 ans d'exploitation et des installations conçues de manière à faciliter une éventuelle récupération des colis de déchets.



Archive et mémoire

La deuxième rencontre du groupe de réflexion sur la mémoire constitué à l'initiative de l'Andra s'est tenue aux archives départementales de la Meuse le 27 février dernier.

Ils sont une douzaine, ils habitent dans les environs du Centre de Meuse/Haute-Marne de l'Andra, ils sont surtout amateurs ou passionnés par les questions concernant l'histoire, l'art ou le patrimoine. À ce titre, ils ont été invités par l'Andra pour constituer un groupe de réflexion sur la mémoire des sites de stockage, notamment sur celle que le Centre industriel de stockage géologique Cigéo,

s'il est autorisé, devrait laisser aux générations futures. Le groupe s'est réuni le 27 février dernier afin de visiter le nouveau bâtiment des archives départementales de la Meuse. À cette occasion, les participants ont également découvert un projet de recherche mené par Dominique Harmand, professeur au Centre d'études et de recherche sur les paysages de l'université de Lorraine, qui étudie en

particulier l'archéologie des paysages, et les traces que les activités humaines impriment sur ceux-ci. Deux groupes ont aussi été constitués autour des Centres de stockage de l'Andra implantés dans la Manche et dans l'Aube. Ils ont pour but d'associer des citoyens aux travaux de recherches menés sur l'ensemble des thématiques liées à la mémoire des centres de stockage.

Les déchets issus du démantèlement

Avec le vieillissement des installations nucléaires, le flux de déchets issus du démantèlement va devenir de plus en plus important dans les années à venir. Le point sur les origines de ces déchets, leur typologie, les volumes concernés, et leur destination.

D'où viennent-ils ?

Ils proviennent d'installations arrivées en fin d'exploitation et qui, une fois arrêtées, doivent être démantelées.

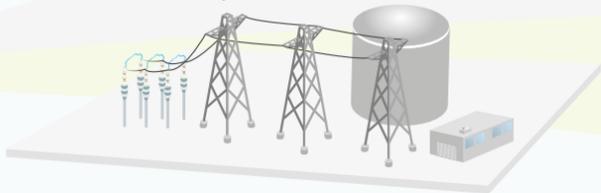
INSTALLATIONS DE RECHERCHE:

un certain nombre d'anciens réacteurs expérimentaux et laboratoires du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) ont déjà été démantelés. D'autres chantiers sont en cours ou à venir.



CENTRALES NUCLÉAIRES:

il s'agit pour l'instant des six réacteurs EDF de première génération, et des réacteurs de Brennilis, Chooz et Superphénix, auxquels viendront s'ajouter à terme les 58 réacteurs EDF du parc actuel.



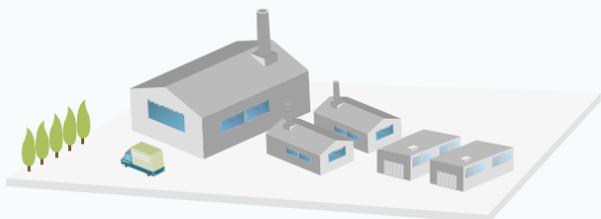
USINES D'ENRICHISSEMENT DE L'URANIUM POUR LA FABRICATION DU COMBUSTIBLE POUR LES CENTRALES NUCLÉAIRES :

comme l'usine Georges Besse 1 d'Areva, actuellement en cours de démantèlement.



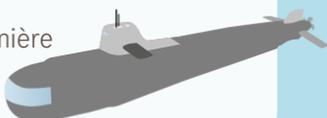
INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DU COMBUSTIBLE USÉ :

comme les ateliers UP1 de Marcoule ou certains ateliers anciens de La Hague.



DÉFENSE:

sous-marins nucléaires de première génération aujourd'hui en cours de démantèlement à Cherbourg.



De quel type de déchets s'agit-il ?

Les déchets issus des chantiers de démantèlement sont très variés. Leur niveau de radioactivité est directement lié à leur proximité avec la matière radioactive.

12 500 m³ (soit 0,7% du total)

LES DÉCHETS DE MOYENNE ACTIVITÉ À VIE LONGUE (MA-VL)

Déchets métalliques constitués par les éléments de structures qui supportaient le combustible dans le cœur du réacteur (tubes, armatures), ou, pour les usines ou les laboratoires, des éléments qui ont été directement en contact avec les solutions de dissolution des produits de fission (cuves, tuyaux...).



1 100 000 m³ (soit 64,4% du total)

LES DÉCHETS DE TRÈS FAIBLE ACTIVITÉ (TFA)

Ils constituent la part la plus importante des déchets de démantèlement. Il s'agit surtout de déchets métalliques et de gravats de béton provenant de la déconstruction de toutes les zones de l'installation susceptibles d'avoir été en contact avec la radioactivité. On peut y trouver aussi des pièces massives (ex : les générateurs de vapeur), qui sont initialement des déchets de faible activité à vie courte, mais qui, une fois décontaminés, passent dans la catégorie des déchets de très faible activité.



Et les déchets conventionnels ?

Outre les déchets radioactifs, le démantèlement d'une installation nucléaire génère une très grosse quantité de déchets non radioactifs, dits conventionnels, qui sont recyclés.

Ainsi, EDF a estimé que la déconstruction de ses neuf réacteurs à l'arrêt générerait environ 800 000 tonnes de déchets conventionnels, et 180 000 tonnes de déchets radioactifs, en très grande majorité de très faible activité. Soit un rapport de 5 à 1.

Déchets conventionnels
5

800 000

Déchets radioactifs
1

180 000

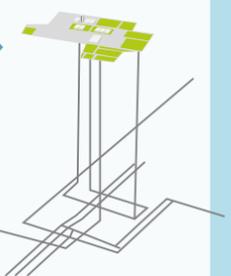
Où vont-ils ?

Selon leur typologie et après décontamination éventuelle, les déchets sont caractérisés, triés et orientés vers différentes solutions de gestion. Certaines sont déjà opérationnelles, d'autres sont encore au stade de projet.

Projet Cigéo

En projet

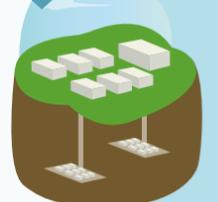
Les déchets MA-VL issus du démantèlement seront à terme stockés à 500 m de profondeur, dans le futur Centre industriel de stockage géologique Cigéo, dont la mise en service est prévue pour 2025 s'il est autorisé. Pour l'instant, ils sont encore situés au cœur des réacteurs qui attendent d'être démantelés.



Projet de stockage à l'étude

En projet

L'Andra étudie actuellement la possibilité de stocker les déchets de graphite les moins actifs (empilements) à faible profondeur, avec d'autres déchets de faible activité à vie longue contenant du radium (déchets dits radifères). Le processus de recherche du site où pourrait être implanté ce stockage est en cours. Pour les déchets de graphite les plus actifs (chemises), l'une des pistes envisagées serait leur stockage à 500 m de profondeur dans Cigéo, en complément des études menées sur leur traitement.



Centre de stockage de l'Aube (CSA)

Situé sur la commune de Soullaines-Dhuys, dans l'Aube, ce centre de stockage accueille les déchets FMA-VC depuis 1992. Ces derniers sont stockés en surface, dans des ouvrages en béton armé après traitement et conditionnement *ad hoc*.



Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires)

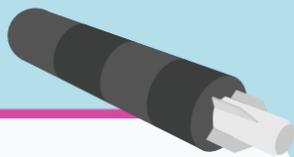
Situé à Morvilliers, dans l'Aube, à quelques kilomètres du CSA, il accueille les déchets TFA depuis 2003. Ils sont stockés en surface, dans des alvéoles creusées dans une couche argileuse, après compactage ou stabilisation le cas échéant.



86 000 m³ (soit 5,6% du total)

LES DÉCHETS DE FAIBLE ACTIVITÉ À VIE LONGUE (FA-VL)

Il s'agit essentiellement de déchets issus des réacteurs de première génération, notamment du graphite qui entoure le combustible (chemises en graphite à l'intérieur desquelles était placé le combustible, et empilements de graphite enserrant l'ensemble).



500 000 m³ (soit 29,3% du total)

LES DÉCHETS DE FAIBLE ET MOYENNE ACTIVITÉ À VIE COURTE (FMA-VC)

Pièces métalliques ou éléments en béton situés en périphérie du cœur du réacteur et contaminés dans le cadre du fonctionnement de la centrale (éléments du circuit de circulation des eaux, couvercle de cuves); outillages contaminés au cours des opérations de démantèlement.



L'Andra acteur du démantèlement



Démantèlement de la centrale de Chooz.

Le démantèlement des installations nucléaires va générer un volume croissant de déchets radioactifs dans les années à venir et représente un enjeu majeur pour l'Andra. Outre la prise en charge physique des déchets à l'issue des chantiers, elle met son expertise au service des maîtres d'ouvrage et des industriels du démantèlement pour les accompagner dès le début de leur projet de démantèlement et étudie en parallèle des moyens de réduire le volume de déchets générés.

“Notre métier est la gestion à long terme des déchets radioactifs. Du déchet brut, situé dans l'installation lorsque celle-ci n'est pas encore démantelée, au déchet stocké dans nos centres, il y a toute une série d'étapes à franchir, qu'il vaut mieux définir ensemble, explique Bruno Cahen, directeur industriel à l'Andra. L'idée est de ne pas attendre que le déchet soit produit pour optimiser avec le producteur son contenu, son conditionnement, et éventuellement son traitement.”

Un savoir-faire acquis sur les sites pollués

“Chaque chantier de démantèlement a sa propre spécificité, liée à l'historique de l'installation, à la nature des déchets existants, à la typologie du site... ajoute Bruno Cahen. Il s'agit à chaque fois pour le responsable de l'installation de définir la meilleure

stratégie de démantèlement possible, en termes de contraintes techniques, d'exposition des opérateurs, de délais, de coûts... Et le meilleur moyen d'y parvenir est encore d'y réfléchir à plusieurs!”

D'autant que l'Andra dispose déjà d'un savoir-faire en la matière. Au titre de sa mission de service public, elle assure en effet l'assainissement des sites pollués par la radioactivité dont le propriétaire ou le responsable légal est défaillant ou absent. Elle définit et pilote ces opérations d'assainissement de A à Z, depuis la caractérisation du site (typologie des déchets), jusqu'à la prise en charge physique des déchets radioactifs induits, en passant par le choix d'un scénario d'assainissement (comment on démantèle, jusqu'où on assainit le sol pollué en fonction de l'usage ultérieur du site, que fait-on des déchets générés : est-ce qu'on les

trie, est-ce qu'on en laisse une partie sur place...), la coordination des prestataires sur le chantier. “Un savoir-faire intégré, dont peuvent bénéficier nos clients électronucléaires”, souligne Bruno Cahen.

Accompagner les producteurs dans leur projet de démantèlement...

Outre la prise en charge des déchets en stockage ou en entreposage, l'Andra propose donc aux exploitants une panoplie de services – prestations de conseil, études, assistance à maîtrise d'ouvrage – pour les accompagner : caractérisation des déchets *in situ*, proposition de scénarios de gestion des déchets, logique de tri, formation des opérateurs.

Bruno Cahen, directeur industriel à l'Andra.





“Nous intervenons déjà sur des missions ponctuelles. Nous avons notamment réalisé une étude d’optimisation logistique pour Areva, dans le cadre du démantèlement de l’usine Georges Besse 1, la définition de solutions sur mesure pour la prise en charge de gros composants comme les générateurs de vapeur de la centrale de Chooz A, pour le compte du Centre d’ingénierie déconstruction et environnement (Ciden) d’EDF dont les deux premiers ont été mis en stockage au Cires en 2013 (lire article page 12).”

... échanger sur les bonnes pratiques...

L’Andra fait partie du groupe de travail sur le démantèlement créé en 2013 par le Comité stratégique de la filière nucléaire (CSFN), qui regroupe l’ensemble des acteurs qui interviennent sur la filière nucléaire (exploitants, prestataires...). “Au-delà de toutes relations bilatérales, il s’agit de discuter de façon informelle sur les bonnes pratiques et le retour d’expérience que l’on peut tirer des premiers chantiers de démantèlement en intégrant tous les acteurs de cette industrie et de la gestion des déchets”, précise Bruno Cahen.

... et trouver des solutions pour réduire les volumes et la toxicité des déchets

“Par ailleurs, avec le vieillissement des installations, le rythme des démantèlements va s’accroître dans les années à venir. On sait d’ores et déjà que nos capacités industrielles actuelles ne suffiront pas à absorber le volume des déchets produits, poursuit Bruno Cahen. C’est pourquoi nous réfléchissons dès à présent à des moyens d’augmenter la capacité de nos installations, par exemple en densifiant le stockage, pour pouvoir mettre plus de déchets dans moins de mètres carrés.” Pour préserver cette ressource rare qu’est le stockage, l’Andra étudie aussi, avec certains de ses clients, la possibilité de stocker sur place une partie des déchets (création de stockages *in situ*). Le recyclage est une autre piste explorée, de même que la mise au point de procédés de traitement permettant de densifier et de réduire la toxicité des déchets, ou de conditionnements innovants, plus polyvalents. “L’Andra souhaite ainsi être un catalyseur de l’innovation en matière de traitement et de conditionnement des déchets radioactifs, en vue de réduire leur volume et de faciliter leur stockage”, conclut le directeur industriel.

Démanteler : un travail de longue haleine

Il faut compter entre dix et trente ans entre l’arrêt de l’installation nucléaire et la remise du site à l’état initial. Cette opération délicate relève de la responsabilité de l’exploitant, qui peut faire appel à différents prestataires, dont l’Andra, pour l’aider à définir sa stratégie de démantèlement et la mener à bien. Le tout sous le contrôle de l’Autorité de sûreté nucléaire.

La loi sur les installations nucléaires de base (INB) stipule que l’exploitant est dans l’obligation de procéder au démantèlement de son installation une fois l’activité arrêtée. Il s’agit alors d’enlever toute la contamination et de rendre le site dans un état qui permette son utilisation ultérieure telle que définie par l’exploitant lui-même et approuvée par l’Autorité de sûreté nucléaire (ASN). En effet, les bâtiments décontaminés ne sont pas nécessairement rasés et peuvent être réutilisés.

Trois étapes

Un démantèlement se déroule toujours en trois phases. On commence par retirer la matière nucléaire et confiner les zones contaminées par la radioactivité : c’est la mise à l’arrêt définitif de l’installation. On s’attaque ensuite à toutes les parties de l’installation qui ne présentent aucune trace de radioactivité (bâtiments annexes, réseaux d’alimentation...). Ces opérations sont conduites dans le cadre d’un chantier de démolition classique. Ce n’est que dans un troisième temps, une fois que tous les alentours ont été bien dégagés, que l’on s’occupe de la zone contaminée.

La stratégie de démantèlement

Une fois le site mis à l’arrêt, l’exploitant doit étudier la façon dont il va procéder pour le décontaminer. Il faut dresser l’inventaire de tous les éléments qui s’y trouvent, déterminer leur niveau de radioactivité, et définir une stratégie de démantèlement et d’évacuation des déchets. Pour l’aider dans son analyse, l’exploitant peut faire appel à des bureaux d’études spécialisés, ainsi qu’à l’Andra, qui prendra en charge les déchets à l’issue du chantier de démantèlement. Le dossier finalisé est soumis à l’ASN, qui peut demander des études complémentaires. Cette phase d’analyse et de procédure peut prendre plusieurs années.

La mise en œuvre

Ce n’est qu’une fois que l’ASN a donné son feu vert que le chantier de démantèlement proprement dit peut commencer. L’exploitant le conduit avec des entreprises spécialisées dans le démontage en zone nucléaire contaminée. C’est aussi lui qui doit organiser le transport des déchets vers les différents centres de stockage de l’Andra. Au cours du démantèlement, l’ASN procède à des inspections régulières du chantier.

Des sous-marins dans l'Aube ?

Le Redoutable, le Terrible, le Foudroyant... Derrière ces noms guerriers se cachent les sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) de première génération, lancés entre les années 1967 et 1982, aujourd'hui démantelés ou en cours de démantèlement. Dans le cadre de ces opérations complexes, l'Andra effectue les études de faisabilité et de sûreté nécessaires pour préparer la réception des déchets radioactifs issus de la chaufferie de ces sous-marins.

“En fin de vie, le sous-marin rejoint Cherbourg où s'effectuent les opérations de mise à l'arrêt définitif, puis de démantèlement”, explique Thierry Goré, responsable de l'antenne du CEA/STXN*, à Cherbourg. On commence par décharger le combustible, qui passe une vingtaine d'années en piscine avant de rejoindre une unité d'entreposage de longue durée à Cadarache. Le sous-marin est ensuite “découpé” pour séparer la “tranche” contenant le réacteur du reste de la coque. Les deux parties de coques restantes subissent une série de traitements et de contrôles ; dans les prochaines années, elles seront déconstruites puis recyclées. La tranche réacteur, pour le moment entreposée à terre, sera reprise dans un atelier dédié où elle sera découpée et conditionnée en colis qui seront acheminés vers les différentes filières de gestion de l'Andra dans l'Aube.

À déchets hors norme, traitement hors norme
De par leur poids et leur dimension, certains de ces colis entrent dans la catégorie “hors norme” : la cuve pèse environ cent tonnes ; le colis contenant le générateur de vapeur mesure environ 10 m de haut et 3 à 4 m de diamètre pour 10 tonnes... et il y a six chaufferies à démanteler ! Le traitement de ces colis fait encore l'objet d'études et c'est là que l'Andra intervient, principalement sur trois points : la possibilité de les réceptionner au Centre de stockage de l'Aube ; l'estimation du coût ; l'étude de sûreté (impacts radiologique et toxique). Les deux premiers points sont validés et finalisés ; l'étude de sûreté quant à elle est toujours en cours.

* Service rattaché administrativement au CEA, responsable des études relatives aux chaufferies nucléaires de la propulsion navale.

Collaborer pour mieux stocker

Créé en 2001, le Centre d'ingénierie déconstruction environnement (Ciden) d'EDF pilote le démantèlement des neuf réacteurs de première génération aujourd'hui arrêtés* par l'exploitant. Un travail mené en étroite collaboration avec l'Andra, afin de faire coïncider les besoins en évacuation des déchets radioactifs avec la disponibilité et les spécifications des filières de prise en charge.

Le programme de démantèlement d'EDF représente près d'un million de tonnes de déchets, dont environ 200 000 tonnes de déchets radioactifs, essentiellement de très faible activité ou de faible et moyenne activité à vie courte. “Nous travaillons en étroite relation avec l'Andra, pour que nos colis de déchets répondent aux exigences techniques des centres de stockage, et que ceux-ci soient en mesure de les accueillir lorsque nous sommes prêts à les expédier”, explique Philippe Bernet, directeur adjoint du Ciden.

Cette collaboration a ainsi permis d'identifier des besoins précis, comme la prise en charge de déchets de grande taille. “Les réacteurs en cours de démantèlement sont pour la plupart des prototypes, ayant chacun leur spécificité. Les déchets issus de leur démantèlement ne peuvent pas toujours être conditionnés dans des colis standards. Nous étudions alors avec l'Andra la meilleure solution de gestion. Dans le cas des générateurs de vapeur de la centrale de Chooz, nous avons ainsi opté pour un conditionnement monobloc plutôt qu'une découpe sur place. Un choix très structurant pour la suite des opérations, qui illustre l'importance du travail mené en amont avec l'Andra depuis plusieurs années.” Deux générateurs de vapeur ont déjà été expédiés aux Centres industriels de l'Andra dans l'Aube, les deux suivants

le seront avant la fin de cette année. “Nous venons aussi de réaliser les premières expéditions de conteneurs spéciaux avec les protections neutroniques latérales du réacteur de Creys-Malville, qui ont fait l'objet d'une démarche similaire avec l'Andra.”

* Chinon A1, A2, A3, Saint-Laurent A1 et A2, Bugey 1, Chooz A, Brennilis, Creys-Malville/Superphenix



Stockage de protection neutronique latérale de Creys-Malville au CSA.

L'assainissement des sites pollués : une spécialité de l'Andra

Au titre de sa mission de service public, l'Andra s'est vu confier en 2006 l'assainissement des sites pollués par la radioactivité dont le responsable est défaillant. Avec une cinquantaine de chantiers à son actif, elle dispose d'un savoir-faire qui peut intéresser les exploitants nucléaires.

La première étape d'une opération d'assainissement consiste à caractériser le site, de manière assez détaillée, afin de connaître l'étendue, la profondeur et le niveau de la pollution. Il s'agit de circonscrire les zones à traiter, de déterminer le type de déchets que produira l'assainissement, et de dimensionner les techniques d'intervention. Vient ensuite l'étude des scénarios de réhabilitation. “On peut opter pour une décontamination complète ou accepter de laisser tout ou partie des déchets sur place en instaurant des mesures de protection (servitudes, contraintes de surveillance...), explique Éric Lanes, en charge de l'assainissement des sites pollués à l'Andra. Il s'agit d'explorer plusieurs options afin de trouver la solution optimale, par rapport aux techniques à mettre en œuvre, à leurs coûts et à l'utilisation ultérieure du site.” C'est cette capacité à proposer différentes solutions de gestion que l'Andra met au service des exploitants. L'idée est de mettre entre les mains du décideur les éléments qui vont lui permettre de faire un choix.

À chaque situation sa solution

La décontamination de l'ancienne usine de pierres à briquet Orflam Plast, à Pargny-sur-Saulx (51), témoigne de la variété des solutions proposées. En plus de l'usine, une contamination a été détectée dans une peupleraie et sur les bords d'un étang où l'industriel envoyait ses résidus pollués. “Dans la peupleraie, nous avons recouvert la zone contaminée d'une couche d'argile”, continue Éric Lanes. Les berges de l'étang, qui accueillent désormais une base de loisirs, ont par contre été creusées sur 2 m de profondeur pour enlever le maximum de pollution. Quant aux bâtiments de l'usine, ils seront abattus et les gravats de type TFA ou conventionnel stockés sur place et recouverts.”

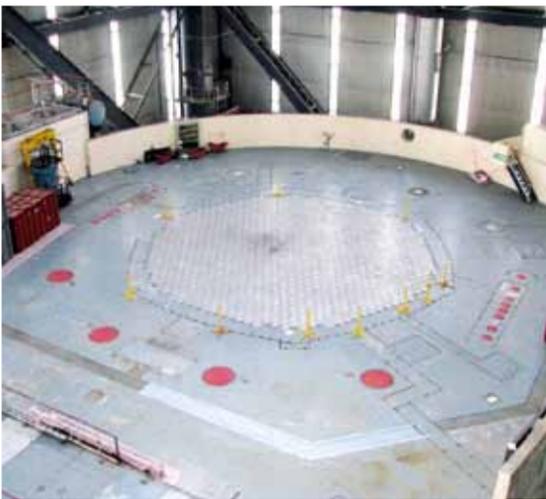
Justifier le projet, et orchestrer sa mise en œuvre

Avant de mettre en œuvre la stratégie d'assainissement choisie, il faut la soumettre aux autorités compétentes (l'ASN ou les DREAL), et justifier son projet. Ici encore, l'Andra dispose d'une expérience qui peut intéresser les exploitants. Enfin, elle peut coordonner les différents prestataires amenés à intervenir sur le chantier et réceptionner les travaux. “Pour cette phase de réalisation, les grands exploitants électronucléaires ont en général toutes les compétences requises pour mener leur chantier, estime Éric Lanes. Mais ce n'est pas forcément le cas des laboratoires ou de petits exploitants non électronucléaires, qui peuvent avoir besoin de notre savoir-faire.”

La recherche au service du démantèlement

Afin d'optimiser la gestion des déchets radioactifs produits lors des démantèlements, l'Andra explore plusieurs voies de R&D. Retour sur un cas concret: les déchets de graphite, qui seront produits lors du démantèlement des premières centrales EDF, dites "Uranium Naturel Graphite Gaz" – UNGG.

L'Andra* étudie depuis de nombreuses années le comportement à long terme des déchets de graphite. C'est une première étape fondamentale quel que soit le scénario de gestion envisagé car grâce aux connaissances acquises, l'Andra pourra



Centrale UNGG de Bugey en cours de déconstruction.

déterminer la meilleure solution de gestion et orienter ainsi le graphite vers le stockage adapté.

Une autre piste étudiée est le tri des déchets. "Les déchets de graphite sont composés de deux types d'éléments, des empilements et des chemises, qui n'ont pas le même inventaire radiologique", explique Laurence Petit, ingénieure en charge de la R&D sur le traitement des déchets radioactifs à l'Andra. Les empilements contiennent moins de chlore 36. L'idée serait donc de diriger les empilements et les chemises vers la filière qui convient le mieux à chacun.

Enfin, des recherches sont également menées sur le traitement. L'objectif est de décontaminer partiellement les déchets de graphite avant de les stocker, via des procédés permettant d'en extraire certains éléments comme le carbone 14, le chlore 36 ou le tritium. Les déchets de graphite partiellement décontaminés pourraient ainsi être stockés plus facilement à faible profondeur. Les résidus qui concentreraient quant à eux la

radioactivité seraient stabilisés pour être stockés séparément. "Les recherches sur les procédés de traitement sont essentiellement menées par EDF et le CEA", précise Laurence Petit. Pour aller plus loin dans la réduction du volume des déchets de démantèlement, EDF étudie également un procédé de gazéification du graphite décontaminé.

Développer des colis plus performants

En complément à ces études, l'Andra et EDF mènent des recherches sur le conditionnement des déchets issus du traitement des graphites. "Nous nous intéressons au conditionnement des déchets induits par les procédés de traitement: le graphite traité et les radionucléides extraits. Il faut trouver des solutions pour les piéger et les immobiliser dans des conditionnements adaptés au stockage", précise Laurence Petit.

* En collaboration avec EDF, le CEA, l'École normale supérieure de Paris, l'Institut de physique nucléaire de Lyon, le laboratoire Subatech de l'École des mines de Nantes

Déchets métalliques ou bétons de très faible activité: et si on les recyclait?

Parallèlement aux recherches qu'elle mène avec les producteurs pour réduire le volume des déchets, l'Andra étudie des solutions de recyclage des ferrailles et gravats de très faible activité dans ses propres sites. Reste à établir la rentabilité de ces filières.

La réglementation française impose de gérer dans une filière dédiée tout déchet provenant d'une zone susceptible d'avoir été contaminée par de la radioactivité, même si celui-ci ne présente aucune trace de radioactivité. C'est notamment le cas de certaines ferrailles de très faible activité issues du démantèlement des centrales, qui pourraient être recyclées au sein même de la filière nucléaire. Des réflexions sur ce thème sont menées en parallèle, chez EDF, Areva et à l'Andra. "Nous avons étudié avec un industriel fondeur la rentabilité d'une filière qui consisterait à découper ces ferrailles, à les fondre puis à utiliser les lingots obtenus pour fabriquer des conteneurs de déchets destinés à notre Centre de stockage de l'Aube", explique Alain Roulet, en charge des questions liées au recyclage à l'Andra. D'autres débouchés sont à l'étude, pour des conteneurs destinés au futur centre de stockage Cigéo."

Après les ferrailles, les gravats

L'Andra étudie aussi la possibilité de recycler les gravats issus du démantèlement au sein de ses alvéoles de stockage. "Aujourd'hui, nous faisons venir des graves de carrières pour combler les vides à l'intérieur et entre les colis de déchets de très faible activité, mais aussi au-dessus des colis pour permettre aux engins de circuler", explique Laurent Schacherer, chef du service production, maintenance et facilities des Centres industriels

de l'Andra dans l'Aube. L'idée serait de les remplacer par des gravats TFA ayant des caractéristiques granulométriques et radiologiques équivalentes permettant d'assurer les fonctions de grave (gravier très fin) tout en garantissant un stockage en vrac dans des conditions de sécurité et de sûreté optimum. Le but est de densifier le volume de déchets stockés au niveau de chaque alvéole." Un moyen

de préserver la ressource rare qu'est le stockage et les ressources naturelles que sont les graves. Plusieurs points doivent cependant encore être étudiés, comme le concassage des déchets pour atteindre la granulométrie voulue, l'empoussièremment qui en résulte, les modes de transport, d'entreposage et de mise en œuvre, les contraintes radiologiques pour les opérateurs...



Déchets métalliques TFA de démantèlement.

Quatre scénarios énergétiques pour l'avenir

Le Conseil national du débat sur la transition énergétique a rendu au Gouvernement le 18 juin dernier le fruit des cinq premiers mois de discussions autour de l'avenir énergétique du pays. Quatre scénarios se dégagent de cette concertation, qui doit aboutir à l'automne prochain à une loi de programmation définissant les grandes lignes de la politique énergétique française. Ces propositions interviennent alors que le débat public sur le projet Cigéo de stockage géologique des déchets les plus radioactifs suit son cours. Le point avec Laurence Tubiana, facilitatrice du débat sur la transition énergétique.



Comment avez-vous travaillé pour faire émerger les quatre scénarios énergétiques présentés au Gouvernement ?

Depuis quatre mois, l'exercice a consisté à examiner

la vingtaine de scénarios proposés par les différents acteurs, qui projettent des visions très différentes de l'avenir énergétique du pays. S'agissant d'outils techniques fournis par des experts pour d'autres experts, ces scénarios étaient parfois assez opaques. Nous leur avons demandé d'ouvrir leurs boîtes noires pour comprendre les différentes familles de raisonnement, et les rendre comparables. Notre rôle n'est pas de dire quelle est la meilleure option : nous sommes là pour éclairer les choix. Nous avons ainsi dégagé quatre familles de scénarios, qui sont plutôt des trajectoires et qui diffèrent essentiellement sur deux points : l'évolution de la consommation énergétique à l'horizon 2050 et la capacité de la France à remplir ses engagements vis-à-vis des émissions de gaz à effet de serre.

Pouvez-vous nous en dire plus sur ces différentes trajectoires ?

La famille "Sobriété" réunit les propositions portées par des ONG ou les ingénieurs de Negawatt, qui misent essentiellement sur les énergies

renouvelables et la biomasse. La sortie totale du nucléaire comme des énergies fossiles (pétrole, charbon, gaz) est rendue possible grâce à une division par deux de la demande énergétique.

À l'inverse, le scénario dit "Décarboné", porté par l'Union française de l'électricité, table sur une réduction moindre de la consommation en énergie (-20%) et augmente considérablement la part du nucléaire en substitution aux énergies fossiles. Les deux autres familles, défendues par l'ADEME, GRDF ou encore l'Ancre* se situent entre les deux : le scénario "Efficacité" retient lui aussi une baisse de moitié de la consommation en énergie, mais en divisant par deux la part du nucléaire au profit des énergies renouvelables et de la biomasse. Le gaz est la seule énergie carbone conservée.

Enfin, le scénario "Diversité" est celui qui envisage la réduction la moins importante de la consommation énergétique (-17%). La part du nucléaire est légèrement réduite, le relais étant essentiellement pris par les énergies renouvelables, tandis que le pétrole et le gaz conservent environ 20% du mix énergétique. Contrairement aux deux premiers, ces deux scénarios ne parviennent pas tout à fait à réduire par quatre les émissions des gaz à effet de serre en 2050.

Que va-t-il se passer maintenant ?

Il s'agit maintenant de discuter des investissements à mettre en face de ces scénarios, en

termes d'infrastructures de transport, de rénovation thermique des bâtiments, ou encore de production d'énergie et donc de technologies envisagées (nucléaire, solaire...). Le débat ne porte pas sur la nécessité de diversifier le mix énergétique – reconnue par tous – mais plutôt sur le niveau de la demande énergétique et les moyens de la réduire. Il vise à préparer des décisions du Gouvernement qui interviendront à l'automne et s'inscriront dans les objectifs environnementaux de réduction des gaz à effet de serre d'une part, et dans ceux fixés pour 2030 par le président de la République de passer à 50% de l'électricité provenant du nucléaire. Il faudra imaginer ensuite comment construire et faire progresser de façon collective le scénario énergétique retenu. L'idée est de mettre la machine sur les bons rails, tout en se laissant des possibilités de réviser l'itinéraire.

Structurant pour la politique nucléaire française, ce choix aura forcément un impact en termes de production de déchets radioactifs. Cet aspect a-t-il été abordé pendant le débat ?

Cette question n'a pas été abordée à ce stade. Quel que soit le scénario envisagé, nous avons déjà aujourd'hui des déchets qu'il faut gérer. Il faut donc continuer à progresser en parallèle sur les solutions de gestion les concernant.

*Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie

3 QUESTIONS À :

François-Michel Gonnot, président du conseil d'administration de l'Andra

Le Journal de l'Andra : Est-ce cohérent que le débat public sur le projet industriel de stockage géologique Cigéo et celui sur la transition énergétique soient concomitants ? Le second n'aura-t-il pas nécessairement des impacts structurants sur le premier ?

François-Michel Gonnot : Séparer les deux débats n'aurait pas eu de sens car les questions abordées sont liées. La solution choisie par la Commission nationale du débat public (CNDP), qui consiste à lancer le débat public sur Cigéo avant l'été, et à le reprendre après une pause estivale, permet d'établir des passerelles entre la mise à plat de la politique énergétique du pays et ses conséquences sur la question des déchets et le projet Cigéo plus particulièrement. Le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie vient de demander



à l'Andra de décliner, pour chacun des quatre scénarios énergétiques identifiés dans le cadre du débat national sur la transition énergétique, les implications sur le volume et la nature des déchets radioactifs produits et leur stockage dans Cigéo. Des données qui viendront éclairer les choix du Gouvernement.

JdA : Quelle est l'urgence de lancer Cigéo alors que la France est en train de revoir sa politique énergétique ?

F.-M. G. : L'argument qui vise à ne rien décider sous prétexte qu'on ne connaît pas encore les choix énergétiques futurs est la pire des solutions. Ces déchets existent ! Le courage politique, c'est justement de prendre des décisions aujourd'hui, et en l'occurrence celles qui permettront de mettre ces déchets en sûreté, dans un endroit où ils ne feront courir aucun risque à la population ni à l'environnement, et ce pour

plusieurs milliers d'années. Il ne faut pas oublier que le processus est encore long, la mise en service de Cigéo étant prévue au plus tôt en 2025.

JdA : Comment Cigéo s'adaptera aux conséquences des choix énergétiques de la France en termes de déchets ?

F.-M. G. : N'oublions pas que ce projet est conçu pour répondre aux besoins de stockage des déchets radioactifs issus de l'ensemble du parc électronucléaire actuel. Cela ne veut pas dire qu'il ne pourra pas s'adapter aux évolutions de la politique énergétique, car l'Andra prévoit de construire le stockage au fur et à mesure des besoins. Cigéo se veut par essence évolutif. C'est d'ailleurs ce qui fonde la proposition de l'Andra sur la réversibilité : laisser la possibilité aux générations suivantes de le faire évoluer en fonction des décisions politiques et des progrès technologiques qui pourront être faits demain.

Réversibilité: laisser des portes ouvertes aux générations suivantes

Afin de répondre à la demande sociétale exprimée lors du débat de 2005/2006, le Parlement a demandé que le stockage soit réversible pendant au moins 100 ans. Les conditions de cette réversibilité seront fixées dans une nouvelle loi qui sera votée avant l'autorisation de création de Cigéo. Mais que signifie exactement cette notion de "réversibilité", et comment la mettre en œuvre concrètement? Le point sur les propositions de l'Andra, présentées lors du débat public.

Qu'entend-on par stockage réversible? Il s'agit de disposer d'une solution sûre sur le long terme, tout en laissant la possibilité aux générations d'après de revenir sur les décisions prises aujourd'hui. En réponse à ces attentes, les propositions de l'Andra sont de plusieurs ordres: propositions techniques, pour pouvoir récupérer les colis de déchets en toute sûreté au cours de l'exploitation du stockage, et propositions d'organisation et de pilotage du stockage, pour organiser le passage de relais avec les générations d'après.

Des concepts techniques pour récupérer les colis en toute sûreté

Les engins conçus par l'Andra pour aller positionner les colis dans les alvéoles sont aussi capables de les récupérer. La conception des colis a été étudiée pour faciliter leur retrait (encoches, patins en céramique), de même que leur disposition dans les alvéoles, ou encore les matériaux utilisés pour soutenir des alvéoles afin qu'elles ne se déforment pas.

Ces différents concepts ont fait l'objet de tests (prototypes d'engins de manutention de colis, test de retrait de colis à l'échelle 1) qui seront poursuivis dans Cigéo.

Un calendrier de fermeture progressif et révisable dans le temps

Le Parlement a d'ores et déjà décidé que seule une loi pourrait autoriser la fermeture définitive de Cigéo. Le stockage est conçu pour pouvoir être fermé de manière progressive.

Le planning des différentes étapes de fermeture (scellement d'une alvéole, puis d'une autre, puis de la galerie d'accès à ces alvéoles, et enfin du stockage) pourra être modifié au cours de l'exploitation. L'idée est de laisser la possibilité aux générations futures de décider quand ils ferment, quelle partie du stockage, et à quel rythme.

Des rendez-vous réguliers pour décider ensemble

L'Andra propose par ailleurs de poursuivre le processus par étapes initié avec la loi de 1991, en mettant en place des rendez-vous réguliers avec l'ensemble des acteurs (société civile, élus, État...) pour faire le point sur l'exploitation du stockage et les prochaines étapes.

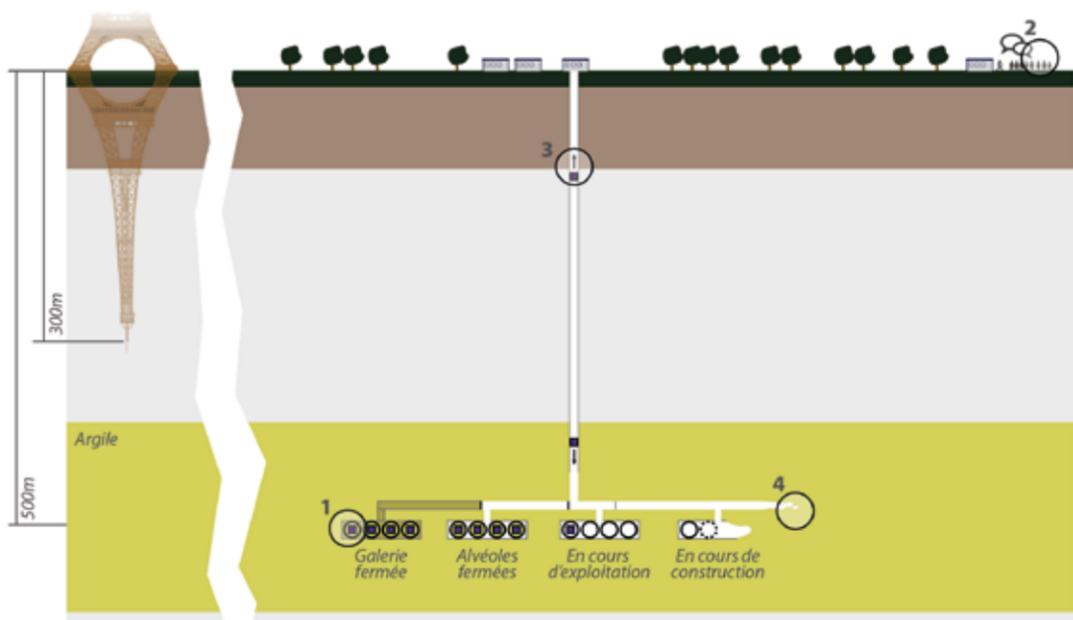
Ces discussions seront alimentées par les résultats des examens de sûreté et de la surveillance du stockage et pourront prendre en compte les résultats des recherches sur les déchets radioactifs. Le premier de ces rendez-vous pourrait avoir lieu cinq ans après la mise en service du centre.

Quelles sont prochaines étapes?

Les réactions du public sur ces propositions seront prises en compte par l'Andra dans le dossier qu'elle remettra à l'État en 2015. Les

conditions de réversibilité du stockage seront ensuite définies par le Parlement dans une future loi.

Un projet de stockage profond flexible et réversible



1. Fermeture progressive

- o Cigéo est destiné à être fermé définitivement pour limiter les charges supportées par les générations futures. Avant fermeture définitive, le stockage sera réversible pendant au moins cent ans à partir de l'accueil du premier colis de déchets.
- o La fermeture du stockage sera réalisée de manière progressive, depuis la fermeture des alvéoles jusqu'au scellement des puits et des descenderies.
- o Chaque étape de fermeture ajoute des dispositifs supplémentaires de sûreté « passive » et réduit la nécessité d'actions humaines pour contrôler la sûreté.

2. Décisions associant les acteurs concernés

- o L'Andra propose d'organiser pendant cent ans des rendez-vous périodiques associant les acteurs concernés pour préparer les décisions relatives au devenir du stockage.
- o Ces décisions concerneront la poursuite de l'exploitation, d'éventuelles évolutions du stockage, la révision éventuelle du calendrier de fermeture et des conditions de réversibilité.
- o Ces rendez-vous permettront aussi le passage de relais intergénérationnel.

3. Récupérabilité des colis en toute sûreté

- o L'installation souterraine et les conteneurs de stockage sont conçus pour faciliter la récupération des colis de déchets. Ils sont conçus pour résister au temps (robustes et durables) et dotés d'interfaces de manutention spécifiques.
- o Les dispositifs de surveillance fourniront les informations nécessaires sur les conditions techniques d'une opération de retrait.

4. Installation de stockage adaptable

- L'adaptabilité est rendue possible par la construction progressive de l'installation souterraine, pendant cent ans, qui permettra d'intégrer :
- le retour d'expérience industriel et les résultats de la surveillance du stockage ;
 - des évolutions scientifiques et techniques ;
 - des évolutions de l'inventaire des déchets destinés à Cigéo.

www.cigeo.com,
l'autre façon
de s'informer
en toute simplicité



www.cigeo.com

LE SITE DE RÉFÉRENCE SUR LE PROJET
DU CENTRE DE STOCKAGE PROFOND
DE DÉCHETS RADIOACTIFS

Pour être sûr de ne rien manquer, abonnez-vous

ABONNEMENT GRATUIT



Si vous souhaitez recevoir régulièrement notre journal,
merci de retourner ce coupon dûment rempli à :
Le Journal de l'Andra - Édition Meuse / Haute-Marne
RD 960 BP 9 - 55290 Bure

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____ Ville : _____

Vous pouvez également vous abonner à la version électronique en envoyant vos coordonnées à : journal-andra@andra.fr, en précisant la ou les édition(s) souhaitée(s).

Autre(s) édition(s)
souhaitée(s) :

- Nationale
- Aube
- Manche

Le Journal de l'Andra
Édition Meuse / Haute-Marne



Andra - Service Communication / Insertion
BP 9 - 55290 Bure

Tél. : 0 805 107 907 - journal-andra@andra.fr

Directrice de la publication : Marie-Claude Dupuis • **Directrice de la rédaction :** Valérie Renauld • **Rédacteur en chef :** Marc-Antoine Martin • **Ont participé à la rédaction, pour l'Andra :** Sophie Dubois, Sébastien Farin, Marie-Pierre Germain, Martine Huraut; **pour Rouge Vif :** Sandrine Canavaggio, Christine Cornevin, Élodie Seghers, Marie-Alix de la Taille •

Responsable iconographie : Sophie Muzerelle • **Crédits photos :** Andra, L. Calmes, M. Girard, C. Helsly/EDF, A. Le Coz, M.-A. Martin, P. Masson, S. Muzerelle, A. Naigeon, M. Saint-Louis, Image Source/Thinkstock, B. Tinoco, DR • **Dessin :** Aster • **Création-réalisation :** Agence Rouge Vif - www.rougevif.fr • **Impression :** Paton - Siret 572 881 662 00025 - Imprimé sur du papier issu de forêts durablement gérées, 100 % recyclé dans une imprimerie certifiée imprim'vert • © Andra - 371-14 • DCOM/13-0161 • **ISSN :** 2106-8291 • **Tirage :** 3 000 ex.