

Le journal de l'ANDRA

Édition

Meuse/Haute-Marne

TOUT SAVOIR SUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

À L'ANDRA, ON A CHERCHÉ...



L'ÉVÉNEMENT

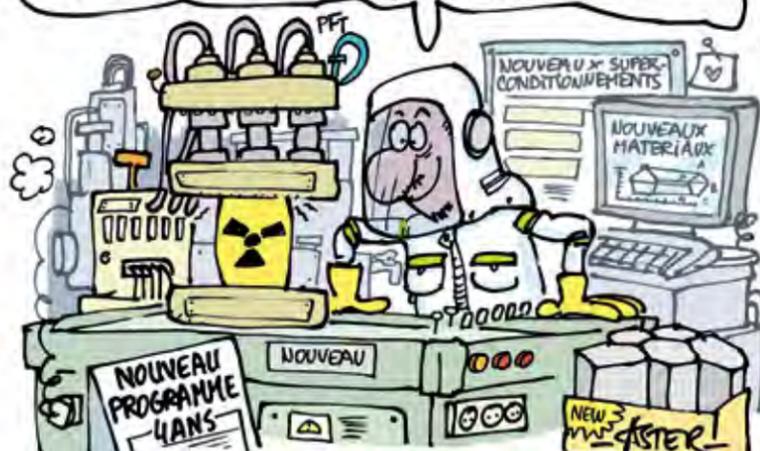
Un siècle de mémoire de l'environnement

L'Écothèque de l'Andra a ouvert ses portes cet automne sur le plateau de Bure. Si Cigéo est autorisé, elle les gardera grandes ouvertes au moins une centaine d'années.

C'est une véritable "bibliothèque des écosystèmes" que l'Andra a mise en service au Centre de Meuse/Haute-Marne: pendant la durée d'exploitation du futur Centre industriel de stockage géologique Cigéo, soit plus d'un siècle, elle servirait à conserver les échantillons prélevés dans le milieu naturel aux alentours du stockage dans le cadre de l'Observatoire pérenne de l'environnement (OPE).

Suite page 2 ...

(ET BEN MAINTENANT, ON RECHERCHE...)



Le nouveau programme de recherches de l'Andra fixe le cap pour les quatre prochaines années (cf. Dossier pp. 8 à 11).

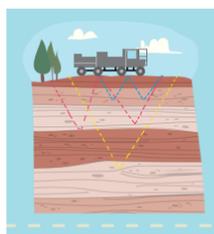
À la demande de la Commission particulière du débat public Cigéo, ce numéro du *Journal de l'Andra* édition Meuse/Haute-Marne, dont la parution doit avoir lieu pendant la période de débat, ne sera pas diffusé. Nos lecteurs pourront néanmoins le télécharger sur le site Internet www.andra.fr. Des exemplaires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

Dans ce numéro



**L'ACTUALITÉ
DANS LA MEUSE**
Scellement:
la preuve
par trois

P.4



ZOOM SUR...
Investigations
géologiques
pour bien
cerner
le sous-sol

P.6/7



DOSSIER
Le nouveau
programme
de recherche
de l'Andra

P.8/11



NATIONAL
Bilan de
quatre ans
de propriété
intellectuelle

P.13

2 | L'ACTUALITÉ EN MEUSE / HAUTE-MARNE

L'ÉVÉNEMENT

Suite de la page 1

Pour archiver les milliers d'échantillons de terre, d'eau, de plantes ou d'animaux provenant d'une zone qui couvre largement les cantons de Montiers-sur-Saulx, Poissons et Gondrecourt-le-Château, soit plus de 900 km², le sous-sol de ce nouvel édifice abrite trois dispositifs: une pédothèque, maintenue à 18 °C, qui est réservée à la conservation d'échantillons de sols séchés, ainsi qu'une série de surgélateurs (à - 80 °C) et de cuves d'azote liquide (cryogénie à - 150 °C) pour les éléments tirés du monde vivant (végétaux et animaux, y compris des produits agroalimentaires comme de la viande, des œufs, du lait...).

Au sous-sol: préparation et conservation des échantillons

Mais avant d'être déposés dans ces salles enterrées, les échantillons doivent être préparés et référencés selon des protocoles rigoureux: un laboratoire y est consacré avec ateliers de nettoyage, de broyage, de conditionnement et même une salle blanche répondant à des critères de propreté plus stricts que ceux d'un bloc opératoire. L'ensemble occupe plus de 1 200 m². Une surface qui n'impressionne pas Oliver Jehl, ingénieur en charge des travaux de construction du site: "Des extensions des salles de conservation ont d'ores et déjà été imaginées afin de doubler la superficie si nécessaire."

Un étage dédié au public et un autre aux bureaux

Implanté en face du Laboratoire souterrain de l'Andra, ce nouveau bâtiment compte aussi deux étages supplémentaires de 380 m² chacun. "Au-delà des exigences scientifiques, poursuit Olivier Jehl, d'autres besoins sont apparus dès la conception du projet. C'est pourquoi le rez-de-chaussée est réservé à l'accueil du public avec une exposition permanente expliquant comment est réalisé le suivi environnemental. Enfin, le dernier niveau est occupé par des bureaux dimensionnés pour 18 postes de travail." Cet étage sera occupé par le personnel de l'Andra et des chercheurs extérieurs travaillant sur l'OPE. Car, au-delà de l'aspect suivi et conservation, l'OPE et l'Écothèque sont aussi des outils de recherche sur l'environnement d'importance nationale.



Les prélèvements de sols seront conservés dans la pédothèque.

L'Écothèque de l'Andra



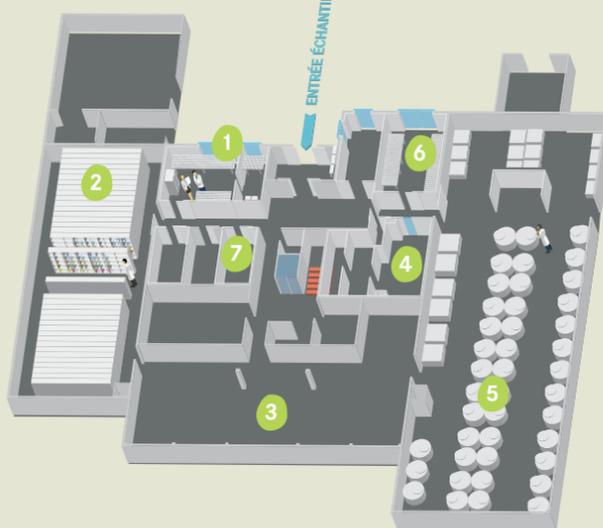
1^{er} étage:

Bureaux des personnels de l'Observatoire pérenne de l'environnement.



Rez-de-chaussée:

Lieu d'accueil du public avec une exposition permanente sur l'environnement local et les différentes méthodes utilisées par l'Andra pour en suivre l'évolution durant l'exploitation du site.



Sous-sol:

Espace de préparation et d'entreposage des échantillons.

- 1 Conditionnement et broyage des échantillons pour conservation à sec
- 2 Pédothèque
- 3 Système de ventilation contrôlée
- 4 Salle blanche
- 5 Salle de cryogénie
- 6 Laboratoire
- 7 Congélateurs



Les sédiments extraits des cours d'eau ainsi que les échantillons d'organismes vivants (faune, végétaux) seront conservés à - 80°C par cryogénisation dans des cuves d'azote liquide.



Un bâtiment écologique

C'est logique: parce que consacrée à l'environnement, l'Écothèque est aussi un édifice écologique... Conçue selon une démarche HQE (haute qualité environnementale), elle dispose du label BBC Effinergie qui certifie ses excellentes caractéristiques en matière d'isolation thermique et notamment d'étanchéité à l'air. Une attention

particulière a aussi été portée à la gestion des eaux avec une toiture végétalisée qui diminue les débits de rejet d'eaux pluviales, une citerne de récupération des eaux de pluie qui alimente les chasses d'eau des sanitaires, et une épuration des eaux par lagunage.



Entrée de l'Écothèque.

Des extérieurs paysagés

Le bâtiment est implanté sur un site de 3,3 ha, aménagé pour présenter au public les différents biotopes locaux: la pointe nord est plantée de conifères et d'une grande prairie de graminées, un verger conservatoire rejoint l'entrée de l'Écothèque avec le parking visiteur; à l'ouest, on

trouve un arboretum d'espèces feuillues et une prairie calcaire; et, jouant avec la topographie, un paysage de zone humide est reconstitué dans la partie la plus basse où sont implantés les bassins d'infiltration et de lagunage.



L'Écothèque de l'Andra s'inspire de l'expérience des sites étrangers du même type, comme ici la salle de conservation par cryogénie de l'institut allemand Fraunhofer, à Schmallenberg, à l'est de la ville de Cologne.

TÉMOIGNAGES

Sarah Dewonck, directrice de l'OPE

“ Mesurer demain des prélèvements d'aujourd'hui ”

Grâce à l'OPE mis en place en 2007, nous avons déjà dressé et suivi l'état initial de l'environnement pendant plus d'une dizaine d'années quand commencera la construction de Cigéo, s'il est autorisé. L'Écothèque, qui continuera à accueillir les échantillons issus de la surveillance de l'environnement autour du stockage pendant toute sa phase d'exploitation, nous donnera donc la possibilité de faire rétrospectivement des analyses sur les échantillons conservés. En effet, dans 30 à 50 ans, peut-être saurons-nous détecter une substance que nous n'aurions pas cherchée auparavant, surtout si les techniques actuelles ne permettent pas de les déceler.



Grâce à la conservation par cryogénie, il sera alors possible de vérifier si cet élément était déjà présent avant le stockage. L'Écothèque permettra ainsi de conserver la mémoire d'un siècle d'évolution de l'environnement.

Élisabeth Leclerc, ingénieure agronome à la direction Recherche & Développement de l'Andra

“ Un dispositif unique ”

Aujourd'hui, nous sommes dotés d'un outil unique au monde car il conservera non seulement des échantillons prélevés dans tous les écosystèmes d'un même territoire, mais aussi il sera le seul à s'intéresser aux productions agricoles. Pour le réaliser, nous avons adapté à nos propres besoins l'expérience de structures exploitées en Allemagne, aux États-Unis, au Japon et en Suède. L'Écothèque de l'Andra a d'ailleurs rejoint le réseau international IESB (International Environmental Specimen Bank group) et a reçu l'appui de l'Alliance nationale de la recherche pour l'environnement (AllEnvi). Les échantillons pourront être mis à la disposition de la communauté scientifique. L'Écothèque contribuera ainsi à faire avancer la recherche dans le domaine des sciences de l'environnement en France et à l'étranger.



Scellement: la preuve par trois

Avant d'ouvrir Cigéo, l'Andra doit d'abord démontrer qu'elle saura le refermer. Pour valider les méthodes industrielles de scellement du stockage souterrain, elle a lancé cette année trois nouveaux essais, en trois lieux différents.

Premier site: dans le Laboratoire souterrain de l'Andra, au milieu de la couche argileuse retenue pour le stockage Cigéo, une galerie a été totalement obturée cet été sur 5 m de longueur avec de la bentonite, une argile très peu perméable qui augmente de volume en présence d'eau. "Une fois le stockage fermé, détaille le géologue Hervé Rebours, l'eau présente dans le sous-sol hydratera lentement la bentonite. Celle-ci gonflera, appuiera sur les parois des galeries et, in fine, limitera les circulations d'eau. Ici, on accélère ce phénomène

à l'aide d'injecteurs d'eau et on observe les effets induits grâce à des capteurs placés dans le bouchon d'argile gonflante et dans la roche alentour." Le deuxième site, c'est l'Espace technologique, à Saudron. Début septembre, un robot placé au centre d'une maquette de tunnel de 4,5 m de diamètre a montré qu'il était possible, en 5 jours, de remplir de bentonite une saignée verticale de 30 cm de large et 2,5 m de profondeur qui a été tranchée sur toute la circonférence de la galerie. Pour la partie haute, la bentonite a été

spécialement pressée en briques taillées en coin et assemblées en forme de voûte.

Des résultats à l'échelle industrielle

Enfin, c'est à Saint-Dizier que l'Andra a trouvé un hangar suffisamment grand pour construire une maquette de galerie de 35 m de long et 7,6 m de diamètre intérieur. "Nous y testons depuis juillet les moyens industriels de remplissage à l'aide de billes et de poudre de bentonite maintenues par deux murs d'appui en béton, indique Régis Foin, ingénieur responsable du projet. Le test contribue également à déterminer les moyens de contrôle associés susceptibles d'être utilisés de façon systématique lors des opérations de fermeture de Cigéo." Les résultats ainsi obtenus à l'échelle du stockage et en situation réelle à 500 m de profondeur seront ensuite intégrés à la demande d'autorisation de création de Cigéo que l'Andra déposera en 2015.



Les méthodes de fermeture du stockage Cigéo sont testées à Saint-Dizier grâce à une maquette de galerie de 35 m de long.

Un soutien européen

L'essai FSS réalisé à Saint-Dizier fait partie du projet européen DOPAS (Demonstration Of Plugs And Seals) qui réunit quatorze organisations issues de huit pays européens et teste quatre concepts de scellement développés en Finlande, en Suède, en République Tchèque et en France.

Une récupérabilité en céramique

Dans Cigéo, c'est sur quatre patins en céramique industrielle que les déchets de haute activité glisseront dans leur alvéole de stockage. Et pourront aussi en ressortir, réversibilité oblige. Explications.

"Comment pousser un cylindre de 3 tonnes à l'intérieur d'un tube horizontal de 100 m de longueur, sans que l'acier de l'un ne touche le métal de l'autre ?" Voilà résumée l'une des questions sur lesquelles travaille Olivier Perrochon, ingénieur à l'Andra, au sein des équipes en charge d'optimiser la manipulation des déchets de haute activité dans Cigéo. En effet, le concept français du stockage géologique réversible consiste non seulement à placer des conteneurs de déchets vitrifiés dans la roche argileuse à 500 m de profondeur, mais aussi à pouvoir les récupérer. Et ce, pendant au moins cent ans.

Pour résister sur une telle durée, l'alvéole dans laquelle ces déchets seraient stockés sera constituée d'un chemisage métallique tubulaire. Mais, l'emballage des déchets étant lui aussi fabriqué avec de l'acier, il convient d'éviter que tube et colis ne se collent l'un à l'autre par corrosion. Pour cela, il faut supprimer tout contact direct entre les deux.

Essais concluants pour quatre patins

Après plusieurs expérimentations, les derniers essais, réalisés au mois d'avril dans l'alvéole-test installée à l'Espace technologique de l'Andra, portaient sur le nombre, le type et la position de patins en céramique

sur les conteneurs de stockage. Ils ont montré que quatre patins courts espacés d'un angle de 90° permettaient de répondre au cahier des charges, contribuant ainsi à définir une solution de référence pour l'ensemble des conteneurs à fabriquer.



Les essais conduits à l'Espace technologique ont permis de fixer la forme, le nombre et la taille des patins en céramique sur lesquels les conteneurs de stockage glisseront à l'intérieur de leur alvéole de stockage.

Des bactéries dans Cigéo ?

Des bactéries qui se développent à 500 m de profondeur dans les galeries du stockage ? C'est inévitable. Reste à savoir quel sera leur impact sur l'évolution des ouvrages. C'est tout l'objet des essais que l'Andra mène actuellement dans son Laboratoire souterrain.

Les micro-organismes ont besoin d'eau, d'espace et de nutriments pour vivre. En l'absence d'un de ces éléments, ils se transforment en spore et peuvent rester dans cet état de latence très longtemps. Si ce contexte est modifié, certains organismes pourraient peut-être "se réveiller". "C'est une situation que le stockage Cigéo pourrait créer, souligne Yannick Linard, géochimiste en charge des études sur les bactéries au Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne. En effet, on a découvert dans la couche de roche argileuse, à 500 m de profondeur, des traces ADN de micro-organismes qui semblaient être présentes dans la roche. Néanmoins, on n'a jamais mis en évidence une activité biologique de ces micro-organismes."

Quel impact sur le stockage ?

On sait aussi que, pendant la construction et l'exploitation du stockage, des micro-organismes seront inévitablement apportés au fond depuis la surface avec les hommes et les produits qui descendront comme avec l'air qui ventilerait les installations souterraines. Quelle que soit leur origine, il est donc

important d'étudier l'incidence d'une activité bactérienne sur les différents matériaux du stockage. "Les bactéries pourraient jouer un rôle, par exemple, sur la corrosion des aciers utilisés comme emballage des colis de déchets radioactifs en accélérant certaines réactions chimiques", précisent Sophia Necib et Agnès Vinsot, respectivement ingénieur corrosion des matériaux et ingénieur hydrogéologue. "Il s'agit donc, d'une part, de voir quelles sont les bactéries susceptibles de se développer, et dans quelles conditions, et, d'autre part, d'étudier quelles réactions pourraient être stimulées par l'activité bactérienne et quels en seraient les effets sur les phénomènes mesurés. Les résultats de ces recherches permettent aujourd'hui d'affiner la compréhension de l'évolution du stockage et sont pris en compte dans nos modèles de sûreté."

Plusieurs articles scientifiques et thèses de doctorats ont d'ailleurs été publiés sur ce thème et une nouvelle espèce de bactérie a été découverte qui a été baptisée *Desulfosporosinus Burensis* en référence au site de Bure. Pour le moment, on ne sait pas encore si elle est autochtone ni de quand elle date.



Les bactéries sont étudiées au Laboratoire souterrain dans des dispositifs spécifiques d'observation qui isolent la roche de l'air ambiant.

Déjà plus de 1 500 emplois liés au nucléaire

Un millier d'emplois a été créé en Meuse et en Haute-Marne par EDF, Areva et le CEA depuis 2006. Un chiffre auquel il faut ajouter les 500 emplois générés par l'Andra.

Le 12 juillet dernier, une cinquantaine d'élus locaux et de représentants des entreprises meusiennes et haut-marnaises étaient réunis à Saudron, dans les locaux de l'Andra, pour découvrir les chiffres des retombées économiques générées, en 2012, par EDF, Areva et le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies renouvelables (CEA) dans les deux départements de la Haute-Marne et de la Meuse. Les trois opérateurs ont annoncé que "près de 200 entreprises des deux départements ont été sollicitées depuis 2006, générant la création de 1 685 emplois dont 1 000 pérennes pour un chiffre d'affaires de 170 millions d'euros".

Pour se faire une idée complète de l'impact de l'industrie nucléaire sur le bassin d'emploi, il faut aussi tenir compte des emplois directs, indirects et induits liés aux activités du Centre de Meuse/Haute-Marne de l'Andra : en avril, une étude de l'Insee a montré que ceux-ci avoisinaient les 530 équivalents temps plein en 2011.

Enfin, si la création du stockage Cigéo est autorisée, l'Andra estime que sa construction nécessiterait directement de 1 300 à 2 300 personnes entre 2019 et 2025, puis de 600 à 1 000 personnes pendant toute la durée d'exploitation de l'ouvrage, soit plus d'un siècle.

Visitez le Laboratoire

Le Centre de Meuse/Haute-Marne accueille des visiteurs tous les samedis et dimanches à 15 h pour une découverte guidée de ses installations de surface. Les participants majeurs peuvent s'y inscrire pour descendre à 490 m de profondeur lors des opérations "Galeries ouvertes" organisées quatre fois par an.

De plus, pour satisfaire une demande croissante, des dispositions ont été prises pour assurer des visites du Laboratoire souterrain durant les mois de juillet et août, du lundi au vendredi, à raison de 15 personnes par jour. Près de 400 visiteurs ont pu en bénéficier. Pour tout renseignement, contactez le service communication au 0805 107 907 (appel gratuit) ou par courriel à : visite.55.52@andra.fr Les groupes sont accueillis en semaine sur rendez-vous. Les visites sont gratuites.



Autour du Laboratoire souterrain de l'Andra (au centre de l'image), plus de 1 500 emplois ont été générés en Meuse et en Haute-Marne par le secteur électronucléaire.

Investigations géologiques, des études pour bien cerner

Pour déterminer la capacité du sous-sol à accueillir un stockage, l'Andra procède à des investigations géologiques. Celles-ci se déroulent en plusieurs étapes au cours desquelles deux caractéristiques sont étudiées de plus en plus finement. D'une part, la géométrie précise de la couche de roche concernée : celle-ci doit en effet être suffisamment épaisse et étendue pour accueillir une installation de stockage. D'autre part, ses propriétés de confinement des radionucléides afin qu'ils ne présentent pas de danger pour l'homme et pour l'environnement.

1 L'ÉTUDE DE DOCUMENTS EXISTANTS

Pour identifier l'emplacement répondant aux critères de sûreté d'un stockage, les géologues commencent par dresser un inventaire des possibilités existantes sur le sol et sous-sol français. Ils consultent pour cela les cartes géologiques éditées par le Bureau des ressources géologiques et minières (BRGM) et sa banque de données du sous-sol, qui centralise les résultats

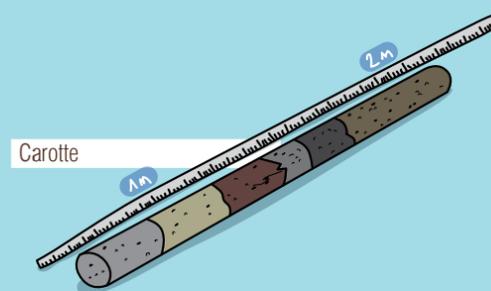


des forages réalisés sur le territoire. D'autres sources d'information sont récoltées telles que les profils géologiques établis par les pétroliers pour évaluer les ressources du sous-sol ou des études universitaires. Autant d'éléments à partir desquels plusieurs zones d'intérêt sont présélectionnées.

3 LES INVESTIGATIONS EN PROFONDEUR

> **Les forages carottés :** ils permettent d'extraire des échantillons cylindriques de roches en profondeur, à partir desquels les géologues vont pouvoir visualiser la succession très détaillée des différentes couches géologiques, en particulier la

couche qui présente un intérêt pour le stockage. Les échantillons prélevés sont ensuite analysés en laboratoire pour étudier les propriétés des roches (minéralogie, chimie, etc.).



Carotte

> **Les forages non carottés :** aussi appelés parfois "forage rotary", du nom de la machine qui creuse un puits de petit diamètre dans la roche jusqu'à la couche géologique intéressante, parfois beaucoup plus profond. Ils servent à réaliser des tests hydrogéologiques pour évaluer la perméabilité des différentes couches en profondeur.

Des prélèvements d'eau sont effectués et analysés. Ils donneront des informations sur la circulation de l'eau dans le sous-sol. Des sondes sont aussi envoyées au fond pour mesurer certaines propriétés des roches comme la température, la résistance électrique, la radioactivité : ce sont les diagraphies.



Tête de rotary

> **Depuis la surface :** pour obtenir des indications sur l'organisation du sous-sol à quelques dizaines de mètres de la surface, les géologues utilisent diverses méthodes de "géophysique légère". Par exemple, l'une d'entre elles consiste à faire passer un courant électrique à travers le sol grâce à des électrodes et à mesurer sa conductivité. La méthode de sismique réfraction consiste quant à

elle à envoyer des ondes en surface et à mesurer leur propagation dans les couches peu profondes. Pour aller un peu plus en profondeur, ils utilisent une méthode dite de sismique réflexion, qui consiste à envoyer des ondes de choc dans le sous-sol et à les enregistrer à l'aide de capteurs, appelés géophones. En étudiant la façon dont les ondes sont réfléchies par les différentes couches

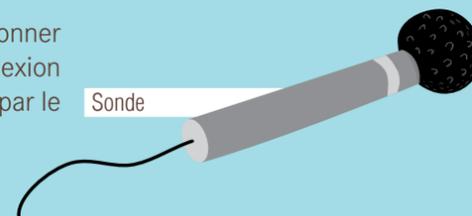
géologiques, on en déduit la morphologie du sous-sol.



Camion vibreur

> **Depuis les forages :** la méthode de sismique réflexion est également utilisée pour établir un profil sismique vertical dans les forages profonds : des sondes positionnées à différentes profondeurs détectent les ondes envoyées depuis la

surface. Cette technique permet de positionner en profondeur les profils de sismique réflexion avec les couches géologiques traversées par le forage.



Sonde

LES SONDAGES

LES MESURES GÉOPHYSIQUES

le sous-sol

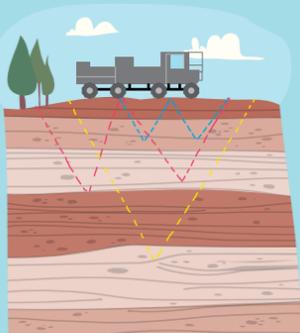
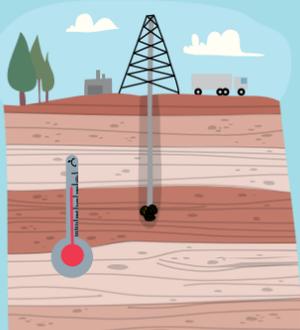
2 LES OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN

Les géologues se rendent alors sur place pour compléter ces informations par des observations sur le terrain. Ils étudient les zones d’affleurement des couches géologiques : orientation des couches et des fractures, nature des roches et des fossiles qui leur permettent d’avoir une première

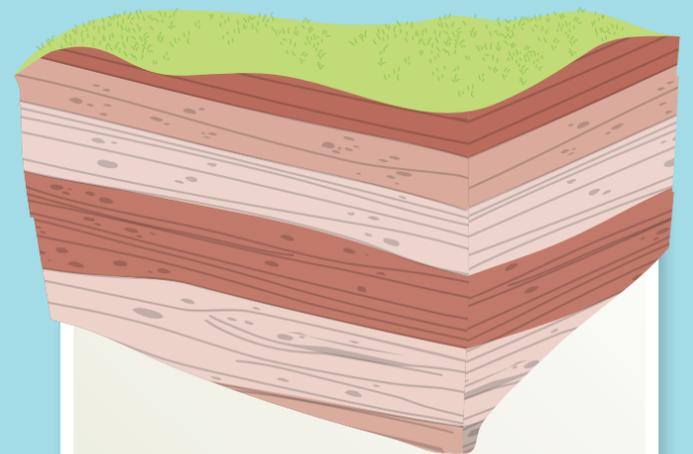
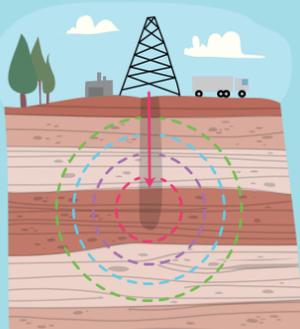
représentation du sous-sol et d’établir un programme de reconnaissance. Ils peuvent aussi s’appuyer sur des images satellites, des photos aériennes pour déterminer la géométrie plus précise des lieux.



> Outre le fait qu’ils donnent un premier aperçu de la succession des couches géologiques à l’endroit précis du forage, les sondages permettent d’avoir une bonne connaissance **des propriétés physico-chimiques, thermiques et mécaniques de la roche intéressante**, pour vérifier qu’elle répond aux critères de confinement exigés pour le stockage.



> En croisant les résultats obtenus à l’aide de ces différentes méthodes, on obtient une **géométrie précise des couches et une estimation de certaines de leurs propriétés.**



LE MODÈLE GÉOLOGIQUE TRIDIMENSIONNEL

> **La dernière étape** va consister à intégrer les données de cartes géologiques de surface, les résultats des forages et des différentes méthodes géophysiques pour reconstituer un volume en trois dimensions du sous-sol, que l’on va “habiller” des propriétés de la roche obtenues à partir des analyses des différents échantillons prélevés dans les forages et de l’interprétation des diagraphies réalisées, mais aussi des propriétés hydrogéologiques des couches profondes.

Le nouveau programme de recherche



L'Andra a arrêté en septembre son nouveau programme de Recherche & Développement pour les quatre prochaines années. Centré sur l'étude du comportement des ouvrages de stockage, les déchets, le suivi de l'environnement et les capteurs destinés à la surveillance des stockages, il vise à répondre aux grands enjeux scientifiques soulevés par la mise en œuvre de solutions de gestion pérennes et sûres pour l'ensemble des déchets radioactifs français.

Le nouveau programme de R&D de l'Agence couvre la période 2013-2016 et ouvre des perspectives au-delà de 2016. Il répond aux objectifs fixés par l'État dans le cadre du contrat quadriennal et du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR). Il répond aussi aux besoins exprimés par les différentes directions de l'Andra pour ses centres existants ou en projet, que ce soit pour la conception et le dimensionnement des ouvrages (en surface ou en profondeur), l'évaluation de la sûreté des stockages pendant leur exploitation et après leur fermeture, la surveillance des installations et de leur environnement

ou encore les questions liées à la flexibilité des installations (prise en compte de déchets spéciaux dans les centres de l'Aube par exemple) et aux exigences de réversibilité du stockage (pour Cigéo).

Quatre grands domaines de recherche...

Pour répondre à toutes ces questions, la recherche s'articule autour de quatre grands domaines. Le premier concerne l'étude des ouvrages de stockage en tant qu'objets : *"Nous nous intéressons à la fois aux ouvrages, aux matériaux qui les composent, à la façon dont ils interagissent avec les colis de déchets et le milieu environnant et à leur évolution*

dans le temps", précise Patrick Lebon, directeur de la Recherche & Développement de l'Andra. Un deuxième volet se concentre sur les déchets en eux-mêmes : leur caractérisation, leur traitement, leur conditionnement. Les mesures, les capteurs, le traitement de l'information et des bases de données constituent le troisième axe de recherche. Enfin, une partie importante de la recherche est consacrée à la surveillance de l'environnement autour des centres pendant et après leur exploitation, et ce sur le très long terme.

Patrick Lebon, directeur de la R&D de l'Andra



de l'Andra



2 QUESTIONS À :

Frédéric Plas, adjoint au directeur de la Recherche & Développement de l'Andra

Si le nouveau programme de R&D de l'Andra cadre les grandes orientations de la recherche pour les années à venir, il s'inscrit aussi dans la continuité des actions menées précédemment. Frédéric Plas revient sur les grandes étapes qui ont marqué les avancées de la recherche à l'Andra depuis 2006, date à laquelle l'Agence s'est vu confier la mission de concevoir le futur Centre industriel de stockage géologique Cigéo.

Le Journal de l'Andra (JdA) : Quelles ont été les grandes étapes de la recherche depuis 2006 ?

Frédéric Plas : Avant 2005, l'essentiel de notre recherche visait à acquérir les données nécessaires pour démontrer la faisabilité du stockage profond, en posant les grands déterminants de la connaissance sur les déchets, le milieu géologique et les matériaux du stockage. Ces premiers jalons ont abouti à la loi de 2006, qui a entériné la solution du stockage profond pour les déchets français les plus radioactifs. La recherche est ensuite progressivement descendue à un niveau de plus en plus précis, se rapprochant de la réalité du stockage. La première étape a été, en 2009, le choix de la zone d'intérêt pour la reconnaissance approfondie, fruit d'une caractérisation plus détaillée du milieu géologique sur une zone d'environ 30 km² susceptible d'accueillir le stockage. La deuxième étape a été la présentation des esquisses de Cigéo en 2012, avec des propositions concrètes sur l'architecture du stockage et l'implantation possible des installations de surface et souterraines.

JdA : Comment cela s'est-il traduit sur les thématiques de recherche ?

F. P. : Jusqu'en 2005, nous travaillions essentiellement sur des phénomènes élémentaires, en les extrapolant sur des durées de plus en plus longues. Cette compréhension des briques

élémentaires était essentielle pour pouvoir passer à l'étape suivante : l'intégration des processus. Celle-ci consiste à rassembler toutes les connaissances élémentaires dont nous disposons, et à les intégrer dans la logique de "l'objet stockage", pour étudier son comportement dans sa globalité dans les conditions réelles du stockage. Par exemple, après avoir étudié la corrosion des aciers, nous nous intéressons désormais à la corrosion d'un chemisage en acier dans une alvéole de déchets de haute activité. Cette recherche multiprocessus mobilise des moyens de simulation numérique importants. La simulation permet en effet d'appréhender des processus complexes faisant intervenir de nombreux paramètres. Elle permet aussi de se projeter dans des échelles de temps et d'espace inaccessibles par l'expérimentation, et donc d'étudier l'évolution du stockage sur le très long terme. Au fur et à mesure de l'avancée du projet, on s'intéresse aussi de plus en plus à la dimension industrielle du stockage. Une partie de la recherche se veut de plus en plus opérationnelle, et vise à supporter la construction et l'exploitation du stockage. La mise en place d'essais technologiques et de démonstrateurs au sein du Laboratoire souterrain témoigne de cette inflexion.



... et cinq enjeux majeurs

Le programme 2013-2016 vise à répondre à plusieurs enjeux majeurs, au premier rang desquels figure la préservation de la ressource rare que sont les stockages. "C'est un travail que nous devons mener en amont avec les producteurs pour étudier avec eux des solutions permettant d'économiser cette ressource, en caractérisant mieux les déchets, en optimisant leur conditionnement et en trouvant des traitements pour réduire leur toxicité et leur volume."

Les deux enjeux suivants sont plus spécifiquement liés au projet Cigéo : il s'agit d'une part d'adapter les exigences et les spécifications techniques aux progrès des connaissances, et d'autre part d'accompagner les opérations de construction et d'exploitation du stockage, si celui-ci est autorisé. "Cigéo est désormais passé en phase de conception industrielle. Pour autant, nous devons continuer d'affiner notre compréhension des processus qui s'y dérouleront afin d'optimiser sa conception au plan technico-économique tout

en garantissant sa sûreté", ajoute Patrick Lebon. *La recherche doit aussi permettre de préciser le dimensionnement des infrastructures et d'affiner les spécifications des matériaux utilisés pour le stockage.* Un autre enjeu, très transversal, consiste à définir et à exploiter des techniques d'auscultation et des réseaux d'acquisition d'informations pour la surveillance des stockages et de leur environnement : méthodes de contrôle des colis à l'entrée du stockage, développement de capteurs plus robustes, plus fiables et plus autonomes. Une fois les données acquises et transmises, se posent toutes les questions liées à leur traitement (comment les exploiter pour permettre une prise de décision rapide), et à leur gestion (conservation, transmission aux générations futures). Enfin, le dernier enjeu, beaucoup plus prospectif, sera d'effectuer une veille sur les matériaux du futur pour le stockage (bétons, géopolymères, céramiques, peintures intelligentes, nanomatériaux...).

Une stratégie basée sur des grands outils de recherche et une politique de partenariats

Pour mettre en œuvre ce programme, l'Agence continuera à s'appuyer sur les trois grands outils de recherche dont elle a la maîtrise : le Laboratoire souterrain, l'Observatoire pérenne de l'environnement (OPE), et les importants moyens de calcul numérique (méthodes, codes et machines) mis en œuvre pour répondre aux besoins des programmes de simulation. "Nous poursuivrons par ailleurs notre stratégie approuvée par l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES) en 2012, et qui repose sur des partenariats forts avec la plupart des grands organismes de recherche et la mise en place de plusieurs groupements de laboratoires dans les domaines des sciences dures et des sciences sociales, dont les périmètres sont amenés à évoluer avec les objectifs du programme", conclut Patrick Lebon.

Matériaux et ouvrages : comprendre le stockage dans sa globalité

La compréhension du fonctionnement global du stockage nécessite d'intégrer les connaissances acquises sur le comportement des matériaux utilisés pour le construire et les contraintes mécaniques qui vont peser sur les ouvrages. Un domaine où la simulation numérique joue un rôle prépondérant.

Trois grandes familles de matériaux seront présentes dans le stockage : les métaux (colis et chemisage des alvéoles de déchets de haute activité), le béton (colis et structures des alvéoles des déchets de moyenne activité à vie longue), et les argiles (scellement des alvéoles et remblais des galeries). Pour étudier leur comportement, l'Andra a développé plusieurs approches. "Les études expérimentales en laboratoire dit « de jour » visent à étudier finement les processus physiques et chimiques et à en déduire des lois de comportement pour la modélisation", explique Didier Crusset, responsable du groupement de laboratoires Verre/fer/argile à la direction Recherche & Développement de l'Andra. Les expérimentations in situ, au Laboratoire souterrain, observent ces mêmes phénomènes dans des conditions proches du stockage. La simulation et l'étude d'analogues archéologiques permettent quant à elles

de se projeter sur de très grandes échelles de temps, inaccessibles par l'expérimentation."

Une démarche similaire a été adoptée pour étudier les contraintes mécaniques auxquelles seront soumis les ouvrages à 500 m de profondeur. "Quand on creuse un ouvrage souterrain, il se déforme au cours du temps sous la pression de la roche. Le soutènement permet de limiter ces déformations", explique Gilles Armand, chef du service mécanique des fluides et des solides à la direction de la R&D de l'Andra, où l'on étudie les interactions entre la roche et le soutènement en béton dans les galeries du stockage ainsi que les déformations du chemisage en acier des alvéoles de haute activité. "Aujourd'hui, nos modèles ont tendance à surestimer les déformations. Il s'agit maintenant de les affiner, pour mieux dimensionner les ouvrages, et donc optimiser le coût, sans réduire les garanties de sûreté."

Des capteurs pour surveiller le stockage

La surveillance de Cigéo pendant son exploitation et après sa fermeture pose la problématique des capteurs. Une activité sur laquelle la R&D s'est renforcée à l'Andra dès 2008, et qui pourra bénéficier aux autres projets de stockage.

"La surveillance des infrastructures de Cigéo cumule des besoins de mesures (suivi thermique, mécanique, hydraulique, gazeux) avec des contraintes particulières de durabilité, d'inaccessibilité, d'autonomie et de transmission qui n'existent pas ailleurs", explique Stéphane Buschaert, responsable du service observation - surveillance de la direction Recherche & Développement de l'Andra. Nous fondons d'abord notre démarche sur la sélection de dispositifs existants et déjà éprouvés, que nous cherchons à complètement maîtriser dans leur fonctionnement, voire à encore améliorer. À travers une démarche progressive de tests (en conditions contrôlées jusqu'à des situations réelles), nous les qualifions pour répondre aux contraintes de Cigéo. En complément, nous développons de nouveaux capteurs pour le suivi durable des gaz ou encore pour disposer de technologies complémentaires aux capteurs déjà éprouvés, tels les capteurs à fibre optique, une nouvelle technologie qui fournit l'avantage de mesures (température, déformation...) non plus ponctuelles, mais distribuées tout au long de la fibre ! Cela donnant ainsi accès à une auscultation plus fine. Ces recherches sont réalisées dans le cadre de partenariats scientifiques avec des laboratoires universitaires et des établissements spécialisés, tel le Laboratoire national de métrologie et d'essais. Elles sont également réalisées autant que possible en collaboration avec des industriels et gestionnaires d'ouvrages pour capitaliser nos différents retours d'expériences. Outre le développement de moyens de mesure, nous étudions aussi les problématiques de la transmission et du traitement global des données qui seront acquises dans Cigéo. Nous travaillons en avance de phase, pour pouvoir fournir aux ingénieurs en temps voulu un catalogue de technologies adaptées et qualifiées pour Cigéo. La démarche n'est pas limitée à Cigéo : certaines améliorations peuvent intéresser les centres de surface, et seront également utiles au projet de stockage FA-VL."

TÉMOIGNAGE

Guillaume Pépin, chef du service évaluation et analyse de performances à la direction Recherche & Développement de l'Andra

“La simulation numérique, support indispensable aux expérimentations”

La simulation numérique permet de décrire le fonctionnement du stockage et de son environnement géologique depuis sa construction jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'années après sa fermeture, et d'intégrer l'ensemble des connaissances acquises au travers des expérimentations pour prendre en compte tous les processus qui régissent l'évolution du stockage. Les résultats ainsi obtenus permettront d'affiner les spécifications des matériaux et le dimensionnement des infrastructures. La simulation sert également à évaluer les performances et la sûreté des stockages. Enfin, en donnant des indications sur l'état dans lequel on peut retrouver les colis si on décide de les récupérer, elle constitue un outil précieux d'aide à la décision pour la gestion réversible du stockage.

Déchets : mieux les connaître, pour mieux les stocker

La connaissance des déchets stockés dans Cigéo nécessite une collaboration étroite avec ceux qui les produisent. Si tout ce qui a trait au comportement intrinsèque des déchets relève des producteurs, les études concernant leur comportement dans le stockage sont en revanche du ressort de l'Andra.

Cigéo est conçu pour accueillir des déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue. Les premiers sont vitrifiés. "Nous étudions avec le CEA le comportement du verre sur le très long terme : comment il se dégrade, se fracture, interagit avec les matériaux du stockage et le milieu argileux..." explique Stéphan Schumacher, chef du service colis et matériaux à la direction Recherche & Développement de l'Andra. Les

seconds sont de nature très variée : déchets métalliques, organiques, bitumes. Les thématiques de recherche les concernant sont de plusieurs ordres : le relâchement des radionucléides bien sûr, mais aussi la production de gaz et/ou d'espèces chimiques susceptibles d'accélérer la migration des radionucléides ou de dégrader les matériaux du stockage. "Nous nous intéressons également aux combustibles usés, poursuit Stéphan Schumacher.

Ces derniers ne sont pas considérés dans Cigéo du fait de la politique française de traitement, mais ils pourraient le devenir si celle-ci venait à changer. Un projet a donc été engagé, en collaboration avec EDF, le CEA et Areva, pour étudier leur comportement au cas où il faudrait les stocker dans Cigéo. Enfin, nous devons également prendre en compte les déchets issus du traitement du graphite, qui sont aussi en réserve de Cigéo."

L'environnement des stockages étudié à la loupe

Avec l'Observatoire pérenne de l'environnement (OPE), l'Andra s'est progressivement dotée d'outils de surveillance de l'environnement du futur Cigéo avant sa construction et pendant toute son exploitation. Dans cette dynamique, le programme de recherche vise à utiliser les données obtenues pour une meilleure compréhension du fonctionnement des différents écosystèmes. Les études de géoprospective s'intéressent quant à elles à leur évolution sur le très long terme.

L'objectif du programme est de préparer et accompagner le plan de surveillance environnemental du stockage. L'établissement de l'état initial de l'environnement en est la première étape. Il nécessite le suivi de tous les milieux de l'environnement (sol, faune, flore, air, eau) sur une surface significative, ici de plus de 900 km², et une durée suffisante, d'où son lancement dès 2007. Pour y parvenir, toute une série de dispositifs de mesure ont été déployés et un énorme travail d'acquisition de données a été effectué. *"Une démarche saluée par l'ensemble de la communauté scientifique et qui nous a valu l'obtention du label SOERE**",* souligne Élisabeth Leclerc, ingénieure agronome à la direction Recherche & Développement de l'Andra. La deuxième étape est la définition des indicateurs de

risque les plus pertinents : c'est le but du programme APPRIOS (approche pluraliste pour la recherche des priorités de substances à analyser dans l'environnement pour la santé de l'homme et des écosystèmes) qui fait appel à des experts, mais aussi à des parties prenantes locales.

La troisième étape est de comprendre et modéliser les transferts entre les différents écosystèmes (pédologiques, hydrologiques et atmosphériques) grâce aux installations expérimentales mises en place (station lysimétrique d'Osne-le-Val, tour à flux de la forêt de Montiers, station atmosphérique d'Houdelaincourt).

Et dans un million d'années ?

La démarche consiste à s'appuyer sur la connaissance des évolutions climatiques et géodynamiques

passées d'un site pour estimer son évolution possible, ce qu'on appelle la géoprospective. Toutes deux ont des conséquences sur le relief (érosion, creusement de vallées, modifications de la circulation de l'eau dans le sous-sol et à la surface) et sur les écosystèmes (faune, flore...). *"Ces recherches conditionnent la création d'un stockage. Dans le cadre de Cigéo, nous nous sommes intéressés à des échelles de l'ordre du million d'années et sommes parvenus à un modèle très élaboré,* explique Jacques Brulhet, en charge de ces études à l'Andra. *Pour le projet de stockage des déchets de faible activité à vie longue, nous devons maintenant passer à des échelles de temps plus courtes."*

* Système d'observation et d'expérimentation au long terme pour la recherche en environnement

Une recherche ouverte et collaborative

La stratégie scientifique de l'Andra repose sur une politique active de partenariats et sur l'intégration de compétences multidisciplinaires au sein de groupements de laboratoires. Une stratégie qui a fait ses preuves, et que l'Agence entend bien poursuivre.

Au fil des ans, l'Andra a ainsi noué des accords de partenariat avec la plupart des grands organismes de recherche nationaux, comme le CEA, le CNRS, le BRGM, l'INRA, l'INRIA, l'INERIS, le LNE ou encore l'IFFTAR*, mais aussi avec les universités à proximité de ses infrastructures (Université de Lorraine, Université technologique de Troyes). *"Les actions de recherche que nous définissons ensemble correspondent à des axes spécifiques de chaque organisme,* précise Patrick Lebon. *Nous organisons actuellement des réunions pour les informer dans le détail de nos nouvelles thématiques de recherche et redéfinir avec eux le périmètre de notre collaboration."*

Afin de fédérer autour de ses problématiques de recherches des compétences dont elle ne dispose pas forcément en interne, l'Andra a également mis en place des groupements de laboratoires. L'idée est de partager les objectifs, les études et les résultats pour aborder les thématiques de façon interdisciplinaire. Avec huit groupements de laboratoires à son actif, le dispositif a démontré son efficacité. La structuration de ces groupements sera également amenée à évoluer dans les mois à venir.

* BRGM : Bureau des ressources géologiques et minières
INRA : Institut national de la recherche agronomique
INRIA : Institut national de recherche en informatique et automatisme
INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques
LNE : Laboratoire national de métrologie et d'essais
IFFTAR : Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux

TÉMOIGNAGES

François Houllier, président de l'INRA et de l'alliance AllEnvi*

"L'OPE est un outil exceptionnel"

Après plusieurs années d'échanges dans le cadre de l'OPE, nous avons signé avec l'Andra un accord de partenariat en avril 2010. Il concerne l'unité de Biogéochimie des écosystèmes forestiers et le Laboratoire sol et environnement (LSE) de Nancy, ainsi que l'unité InfoSol à Orléans, en charge du réseau national de mesure de la qualité des sols. L'OPE nous permet d'accéder dans ce domaine à un maillage de 1,5 km, contre 16 km sur le reste du réseau. C'est aussi une opportunité unique de suivre la dynamique et le fonctionnement de différents écosystèmes (forêts, prairies, grandes cultures, ruisseaux) en étudiant toutes leurs composantes (sol, flore, faune, air), et cela sur une échelle séculaire. La labellisation de l'OPE en tant que système d'observation et d'expérimentation au long terme pour la recherche en environnement (SOERE) par l'alliance AllEnvi et son articulation avec un autre SOERE consacré au fonctionnement des écosystèmes forestiers garantissent la qualité des projets scientifiques qui y sont menés.

* Alliance nationale de recherche pour l'environnement



Olivier Trebucq, responsable des partenariats stratégiques de recherche à l'INRIA

"Un défi stimulant pour nos chercheurs"

Le partenariat signé en 2009 avec l'Andra a donné un cadre solide et durable à la coopération informelle que nous entretenons depuis plusieurs années. Il a été renouvelé pour trois ans en 2012. Sur la période 2009-2012, sept missions d'expertise ou de recherche ont été menées à bien et cinq nouveaux projets ont été lancés en 2013. En tant qu'institut de recherche public, nos chercheurs travaillent sur la base d'un mandat quadriennal qui fixe un certain nombre de priorités scientifiques, mais ils sont très intéressés par la possibilité de valider leurs approches sur de vrais scénarios industriels. Celui que propose l'Andra est particulièrement intéressant car il couvre des échelles de temps et d'espace très larges et fait appel à des domaines très pointus en matière de modélisation et de simulation numérique.



Orflam Plast: un site bientôt réhabilité

Depuis le mois de juin, l'Andra a entamé la phase finale de réhabilitation du site d'Orflam Plast, à Pargny-sur-Saulx (Marne). Ces travaux, qui dureront environ un an, permettront de finaliser un chantier entamé il y a plus de quinze ans.

“Après bientôt seize ans de travaux, cette dernière phase va permettre de rendre le site de nouveau accessible aux habitants avec des chemins de promenade sans que cela représente une quelconque dangerosité” explique Eric Lanès, chef de la mission de service public de l'Andra. “C'est un long chemin parcouru lorsque l'on sait qu'au-delà même de la pollution radioactive, les bâtiments représentaient une menace de par leur vétusté.”

Retour en arrière

En 1997, suite à sa liquidation judiciaire, la société de fabrication de briquets Orflam Plast abandonne des résidus radioactifs (thorium) issus du procédé de fabrication de la pierre à briquet dans certains bâtiments de l'ancienne usine et sur les berges de la Saulx. À la demande de l'État, l'Ademe et l'Andra mènent alors des travaux pour mettre en sécurité la friche industrielle et pour évacuer une partie des déchets. Ces premiers travaux s'achèvent fin 2003 mais la question de la pollution des sols et des bâtiments reste à résoudre.

En 2008, on découvre que deux zones extérieures au site, la Peupleraie et l'étang de la Gravière, sont elles aussi contaminées par des rebuts de l'usine. Une vaste opération de prospection radiologique est alors menée en juin 2009 grâce à un hélicoptère spécialement équipé. Cette prospection ne met en évidence aucune autre zone contaminée dans les environs.

Les travaux de décontamination des berges de l'étang de la Gravière se déroulent en 2010. Ils consistent à retirer les terres polluées autour de l'étang. Les plus radioactives sont évacuées du site. Les autres sont déplacées sur le site de l'usine pour être confinées comme les futurs gravats de démolition.

Les travaux de mise en sécurité de la Peupleraie se déroulent en 2011. Trois cents peupliers sont abattus et broyés. Les copeaux sont laissés en place sur le sol, lequel est recouvert d'une couche d'argile suffisamment épaisse pour que le site ne présente plus de risque pour le public.

Dernière étape avant le réaménagement des lieux

Aujourd'hui, l'Andra est entrée dans la dernière phase des travaux: la démolition des bâtiments de l'usine et le confinement sur place des gravats. Plus de 20 000 tonnes d'argile et 3 000 tonnes de terre seront nécessaires pour recouvrir les gravats de manière à assurer un confinement durable. Le dernier bâtiment a été démolit au mois d'août 2013.

Parallèlement à ces travaux, l'Andra procède à la réfection de deux ouvrages hydrauliques régulant le débit de la Saulx qui appartenaient à la société Orflam Plast. Ces ouvrages qui n'étaient plus entretenus s'étaient fortement dégradés.

Une fois ces travaux achevés, un contrôle radiologique sera effectué afin de s'assurer que le site ne présente plus de risque, et qu'il pourra être ouvert au public afin de permettre un accès agréable à la Saulx. Différentes options d'aménagement sont à l'étude, en concertation étroite avec la mairie de Pargny-sur-Saulx. Tous les travaux ont été entièrement financés sur fonds publics. Au total, le chantier représente un coût de plus de 5,5 M€, dont 500 000 € de subvention versée par l'Agence de l'Eau Seine Normandie afin de contribuer à la remise en état des ouvrages hydrauliques.



Le site d'Orflam Plast.



Ancienne usine en cours de démolition.



Proposition de réaménagement du site (vue d'artiste).

3 QUESTIONS À :

Nicolas Chantrenne, de la DGPR (direction générale de la Prévention des risques)

Le Journal de l'Andra: Qui gère les sites pollués par la radioactivité en France ?

N. C. : Si le responsable de la pollution est défaillant, le préfet est chargé de prendre les mesures nécessaires, dans le cadre de la circulaire du 17 novembre 2008, avec l'appui de la DREAL, de l'ASN, de l'ARS, de l'IRSN et bien sûr de l'Andra.

JdA: Dans le cas d'Orflam-Plast, pourquoi ne pas dépolluer totalement le site au profit d'un confinement *in situ* des déchets ?

N. C. : L'objectif premier est de mettre en sécurité le site afin qu'il n'y ait plus d'impact sur les

personnes et l'environnement. La solution retenue permet, sur financement public, d'atteindre cet objectif, puisque la mise en sécurité du site et le confinement des déchets, grâce à des tonnes de terre et d'argile, vont permettre de le rendre de nouveau accessible en toute sécurité aux Pargnysiens, alors que la dépollution totale n'était pas réalisable.

JdA: Comment l'État prévoit-il d'accompagner la commune une fois les travaux achevés ?

N. C. : L'État restera présent. Ainsi, les services de l'État accompagneront la commune

sur le plan technique, notamment pour le suivi des ouvrages hydrauliques et de confinement, et l'État pourra également intervenir sur le plan financier par le biais de la CNAR (Commission nationale des aides dans le domaine radioactif) pour d'éventuelles interventions ultérieures sur les ouvrages de confinement.



Bilan de quatre ans de propriété intellectuelle à l'Andra

Engagée en 2009, la politique de propriété intellectuelle de l'Agence commence à porter ses fruits, avec pas moins de 25 nouveaux brevets déposés en quatre ans. Une politique qui répond à un double enjeu, à la fois défensif et commercial.

La politique de propriété intellectuelle a été réellement mise en place à l'Andra en 2009. Pourquoi si tardivement ? *"Pour des raisons de calendrier d'abord, explique Fabrice Leboine, responsable de la propriété intellectuelle à l'Andra. Les brevets ont un coût non négligeable et une durée de vie limitée à 20 ans. Il était donc opportun d'attendre*

que les échéances de construction de Cigéo se rapprochent, sinon nos brevets seraient tombés dans le domaine public avant même de pouvoir être exploités! Il y a sans doute aussi une question de culture. Nos salariés étaient très peu sensibilisés aux enjeux de la propriété industrielle. Il y a également eu un accélérateur, lorsqu'en 2008, un sous-traitant a voulu nous vendre une licence d'exploitation d'un brevet portant sur un concept que nous avions nous-mêmes développé antérieurement!"



Se protéger et valoriser ses résultats

Les enjeux de cette politique de propriété intellectuelle sont de plusieurs ordres. Le premier est purement défensif : il s'agit avant tout pour l'Andra de pouvoir exploiter et développer librement ses innovations, savoir-faire et résultats de R&D au sein de ses propres installations, actuelles et futures. Le deuxième défi consiste à soutenir le développement de nos activités commerciales, notamment par la vente de licences d'exploitation portant sur notre portefeuille de brevets et logiciels. *"Pour l'Andra, il s'agit de s'inscrire dans une véritable dynamique de valorisation et de transfert de technologie."*

Trois secteurs fondamentaux

En matière de propriété intellectuelle, l'Andra s'est focalisée sur trois secteurs en particulier. Le premier concerne tout ce qui relève de la conception et de l'exploitation du stockage : techniques de creusement, ouvrages et colis spécifiques, manutention des colis. L'Andra a notamment breveté fin 2009 son concept de funiculaire qui sécurise la descente des colis dans le stockage. Le creusement parfaitement en ligne et sans fracturation des alvéoles de haute activité par un micro-tunnelier mis au

point dans le Laboratoire souterrain a aussi fait l'objet d'un brevet, de même que le futur toit, "abri mobile" conçu pour les centres de stockage de l'Aube. Le deuxième secteur s'intéresse à ce qui a trait à l'instrumentation pour la caractérisation et la surveillance des ouvrages et de l'environnement du stockage. Un domaine pour lequel Cigéo pose de nombreux défis, tels que la miniaturisation, la redondance, les seuils de détection ou encore la robustesse et l'autonomie des capteurs. Plusieurs brevets ont ainsi été déposés par l'Andra, avec parfois des partenaires, sur les technologies de détection de gaz, de mesure de déformation des ouvrages, par fibre optique. Enfin, le dernier aspect, plus axé sur les logiciels, concerne les outils spécifiques liés à la gestion, à la sûreté et à la modélisation du comportement à long terme, de nos centres de stockages.

Une culture qui s'acquiert petit à petit

"On ne fait pas de la propriété intellectuelle du jour au lendemain! C'est une culture qui s'acquiert petit à petit, confie Fabrice Leboine. Pour cela nous formons progressivement depuis 2009 l'ensemble de nos ingénieurs sur nos différents sites. Et les résultats sont là : 25 nouveaux brevets déposés en quatre ans, dont 8 lors des six derniers mois, ce qui porte le portefeuille de l'Agence à 34 brevets." Fabrice Leboine ne cache pas sa satisfaction : *"Nous avons encore de nombreuses demandes de brevets en cours d'instruction et nous sommes loin d'avoir épuisé le potentiel disponible..."*

LE SAVIEZ-VOUS ?

■ La propriété intellectuelle regroupe la propriété industrielle (brevet, marques, dessins et modèles) et la propriété littéraire artistique (droit d'auteur notamment pour les logiciels).



Assemblage du toit abri mobile conçu pour le Cires.

La triple certification de l'Andra renouvelée

En juillet, l'Andra a obtenu le renouvellement de la certification de son système de management intégré qualité, santé-sécurité et environnement. Une reconnaissance importante du sérieux et de l'expertise de l'Agence dans son domaine.



Après une semaine d'audit réalisé par des experts de l'Afnor, l'Andra vient d'obtenir le renouvellement, pour trois ans, de ses certifications ISO 9001 pour le management de la qualité, ISO 14001, pour le management de l'environnement, et OHSAS 18001, pour celui de la santé et de la sécurité. *"Les quatre*

auditeurs de l'Afnor ont interviewé 80 personnes, selon un programme qu'ils avaient eux-mêmes défini" précise Anne Norture, chef de service à la direction de la maîtrise des risques de l'Andra. *"Ils ont en quelque sorte « scanné » les méthodes et les services de l'entreprise."* Les conclusions de l'audit, formalisées dans un rapport transmis ensuite à chaque direction de l'Andra pour mise en œuvre, ont été très positifs : 46 points forts

ont été relevés, 11 points sensibles, 40 pistes de progrès et aucune non-conformité. *"Les auditeurs ont souligné la maturité de notre système et son efficacité, qui se traduit par l'absence de non-conformité depuis trois ans. Ils ont aussi souligné la qualité du travail effectué par l'ensemble des équipes de l'Andra"* conclut Anne Norture.

ICEM 2013 : une vitrine pour l'offre commerciale de l'Andra à l'international

Du 8 au 12 septembre dernier à Bruxelles, l'Andra a participé au congrès international ICEM*, consacré à l'assainissement de l'environnement et à la gestion des déchets radioactifs. L'occasion pour l'Agence de présenter son offre à l'international et de rencontrer clients et prospects.



C'était la deuxième participation de l'Andra à ce congrès en tant qu'exposant. Lors de la précédente édition, organisée à Reims en 2011, l'Agence avait annoncé le lancement de son offre à l'international, sous la bannière Andra Disposal Solutions (ADS). "Avec plus de 500 participants, ICEM est un rendez-vous réputé de spécialistes scientifiques, ingénieurs, développeurs techniques, mais aussi d'institutionnels de nationalités variées impliqués dans la gestion des déchets radioactifs. ICEM nous offre l'opportunité de multiplier les rencontres avec nos clients, nos homologues étrangers, et de raviver nos contacts avec nos prospects. L'objectif de cette année était de montrer toute l'étendue des prestations que l'Agence peut leur proposer", explique Daniel Delort, chargé d'affaires à la direction internationale de l'Andra.

Une palette unique de services

Pour cette édition, l'Andra a présenté tout l'éventail de son offre. Une offre qui couvre l'assistance à la définition et à la réalisation de projet, la formation, les missions d'expertise et de conseil dans de nombreux domaines : sûreté, colis, géosciences, sciences des matériaux, conception d'ouvrages de stockages, gestion de données, communication et relations avec le public, exploitation de centres de stockage. "Une palette unique de compétences, pour laquelle nous avons la particularité de disposer des ressources en propre, au sein de l'Agence, et dont le savoir-faire est aujourd'hui reconnu", conclut Daniel Delort.

* International Conference on Environmental Remediation and Radioactive Waste Management

Recherches internationales sur la surveillance du stockage

Quelles techniques utiliser pour surveiller l'évolution d'un stockage géologique de déchets radioactifs ? C'est tout l'objet du programme international MoDeRn, qui s'achèvera en octobre prochain.

Du 19 au 21 mars dernier, tous les partenaires du projet s'étaient donné rendez-vous au Luxembourg pour présenter les résultats obtenus après quatre ans de recherche.

Lancé en mai 2009, le programme MoDeRn (Monitoring Developments for safe Repository operation and staged closure) regroupe dix-huit partenaires européens, américains et japonais



Mise en place de l'expérimentation commune Andra / RWMC (Japon) de transmission des données par basse fréquence sans fil.

d'horizons divers : entreprises, agences nationales de gestion des déchets radioactifs, universitaires... "Sa particularité a été d'aborder la question de la surveillance du stockage géologique non seulement sous l'angle technique et scientifique (quels dispositifs de mesure, quelles méthodologies...) mais aussi de réfléchir à la perception des résultats de cette surveillance et à leur usage, explique Nicolas Solente, coordinateur scientifique du programme. C'est pourquoi nous étions très attachés à associer pleinement toutes les parties prenantes pour analyser leurs attentes et leurs besoins." La conférence a été à l'image du projet, ouverte à un large public : ainsi sur les 121 personnes présentes, issues de 18 pays, près des deux tiers n'étaient pas des participants au programme. En tant que coordinateur du projet, l'Andra s'était fortement mobilisée. "Outre nos propres interventions (trois présentations orales sur le programme MoDeRn, la stratégie de surveillance du projet Cigéo et la conception de dispositifs de surveillance de grande échelle au Laboratoire souterrain de l'Andra, ainsi que des posters sur des expérimentations de transmission sans fil), nous avons mis en place un comité scientifique de lecture pour valider l'ensemble des présentations", conclut Nicolas Solente.

EN BREF

L'Andra au rendez-vous de la géomécanique



Du 2 au 6 septembre, ce sont les géomécaniciens de la direction Recherche & Développement de l'Andra qui animaient un stand à l'occasion du congrès international de mécanique des sols et de géotechnique à Paris. Organisé par le comité français de mécanique des sols et de géotechnique, ce congrès réunit tous les quatre ans plus de 1 500 participants, professionnels du bâtiment et du génie civil, acteurs de la géotechnique au niveau international. Au menu de cette 18^e édition consacrée aux défis et innovations en géotechnique : matériaux et modélisation, protection de l'environnement et développement durable, risques naturels, ouvrages souterrains et enfin, risques et responsabilités du géotechnicien.

Mieux comprendre la dispersion des radionucléides dans les écosystèmes forestiers

Financé dans le cadre des investissements d'avenir et piloté par l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire), le projet Amorad vise à tirer les enseignements de Fukushima pour améliorer les modèles d'évaluation de risque en cas d'accident de ce type. Il rassemble treize partenaires, dont l'Andra qui s'intéresse plus spécifiquement à l'étude des transferts des radionucléides dans les écosystèmes forestiers.



Site de monitoring au Japon (forêt de cèdres contaminée).

Amorad (pour Amélioration des modèles de prévision de la dispersion et d'évaluation de l'impact des radionucléides dans l'environnement) est un des lauréats de l'appel à projets sur la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection lancé par l'Agence nationale de la recherche (ANR) en 2011 à la suite de l'accident de Fukushima. "Le projet concerne l'évolution de la contamination marine et continentale, explique Yves Thiry, chargé d'affaires scientifiques à la direction Recherche & Développement de l'Andra. Nous sommes impliqués dans le volet continental, à travers un projet consacré à l'étude des cycles biogéochimiques, notamment dans les écosystèmes forestiers."

Pourquoi s'intéresser spécifiquement à la forêt ?

Dans la région de Fukushima, affectée par les retombées radioactives, 75 % du territoire contaminé est forestier, avec parfois des dépôts supérieurs à 1 million de becquerels par mètre carré ! Compte tenu de

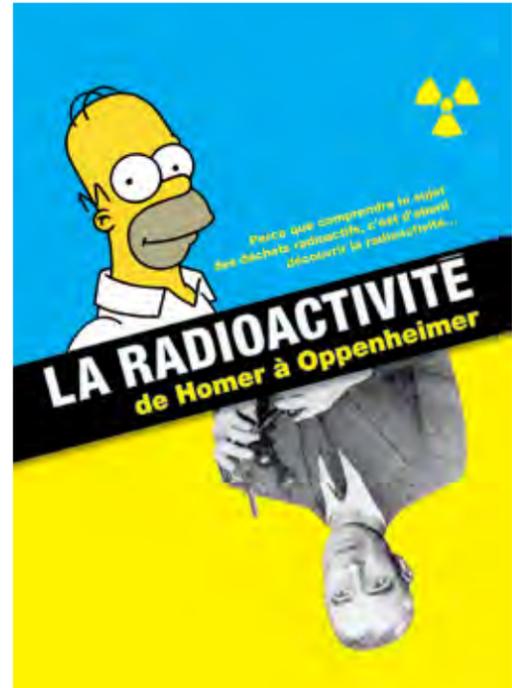
l'impossibilité de décontaminer de telles surfaces dans des territoires souvent difficiles d'accès, la question de la gestion à long terme de la contamination est primordiale. Sans compter que cette région est fréquemment soumise à des typhons, occasionnant un risque de transfert des contaminants depuis les massifs forestiers, via le ruissellement, vers les vallées agricoles, les rivières et l'océan. "L'IRSN s'est tourné vers moi car j'avais précédemment participé à des projets européens post-Tchernobyl en travaillant sur les écosystèmes forestiers, précise Yves Thiry. Ils étaient également intéressés par les stations de suivi en forêt dont l'Andra dispose dans le cadre de son Observatoire pérenne de l'environnement (OPE) autour du futur centre de stockage géologique Cigéo, s'il est autorisé."

Démarrage en octobre

Une première phase du projet prendra donc en compte les données disponibles sur l'OPE. Elle sera également consacrée à l'observation et l'acquisition de données sur les sites de Fukushima et de Tchernobyl. Elle sera suivie par un travail de modélisation, d'intercomparaison des modèles et d'analyse de sensibilité. Les résultats permettront d'enrichir les modèles opérationnels de gestion des territoires contaminés de l'IRSN. Le projet, en cours de contractualisation devrait démarrer dès le mois d'octobre. Il bénéficiera d'un budget total de 5,4 M€ sur six ans. Une première mission d'échantillonnage est prévue en novembre au Japon pendant la période de repos de la végétation.

EN BREF

■ L'expo *La radioactivité : de Homer à Oppenheimer* poursuit son itinérance



Inaugurée en octobre 2011 à Brienne-la-Vieille (dans l'Aube), présentée ensuite à l'espace technologique de l'Andra en Meuse/Haute-Marne, l'exposition créée par l'Andra *La radioactivité : de Homer à Oppenheimer* était visible depuis début 2013 à l'École nationale supérieure de géologie à Nancy. Après une escale estivale à la fondation Sofia Antipolis du 8 juillet au 20 septembre, elle posera ses valises en plein centre-ville de Limoges, à la faculté de droit, du 30 septembre au 14 novembre prochain... avant de repartir pour le Palais de la découverte à Paris du 3 décembre au 8 juin 2014. Organisée en quatre pôles (Comment ça marche ?, Comment a-t-elle été découverte ?, Qu'en fait-on ? et Que risque-t-on ?), cette exposition ludique et pédagogique permet au grand public d'appréhender le phénomène complexe de la radioactivité pour mieux comprendre les enjeux liés aux déchets radioactifs.

Assises des déchets : l'Andra invite à la réflexion sur le démantèlement

Les 2 et 3 octobre derniers, l'Andra participait aux 12^e Assises des déchets, à Nantes. À cette occasion, l'Agence animait l'un des huit ateliers, sur le thème du démantèlement des installations nucléaires et de la gestion des déchets radioactifs induits par cette opération.

L'événement, organisé tous les deux ans, a vocation de réunir l'ensemble des acteurs du monde des déchets – toutes filières confondues (déchets conventionnels, chimiques, radioactifs...). L'objectif est de permettre aux politiques, scientifiques, industriels ou encore aux collectivités territoriales de se rencontrer afin de favoriser l'émergence de réflexions communes sur la gestion des déchets en France. Présente depuis plusieurs années, l'Andra pilotait cette année l'atelier "installations nucléaires : du démantèlement aux enjeux de cycle de vie".

La gestion des déchets au cœur de la problématique du démantèlement

Quels que soient les choix en matière de politique énergétique, les installations les plus anciennes devront à un moment donné être démantelées. Si 80 % des déchets produits seront des déchets conventionnels, les 20 % restants seront principalement des déchets de très faible ou de faible activité. Parce que ces déchets sont destinés à être stockés dans les centres industriels de l'Andra, c'est tout naturellement que l'Agence a souhaité réunir à Nantes les différents intervenants pour faire le point sur

la question : l'État, pour son rôle dans la définition de la politique nationale, EDF, pour son expérience en matière de démantèlement, un élu local, pour témoigner des enjeux pour le territoire, et une association.



Démantèlement de la centrale de Chooz A.

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, Marie-Pierre Germain, Martine Huraut, Élodie Langlois, Annabelle Quénet ; **pour Rouge Vif :** Sandrine Canavaggio, Christine Cornevin, Élodie Seghers, Marie-Alix de la Taille • **Responsable iconographie :** Sophie Muzerelle • **Crédits photos :** Andra, G. Armand, P. Bourguignon, P. Demail, DR, Exirys, C. Helsly, Kuroji / Fotolia, C. Maitre / Inra, M.-A. Martin, P. Maurein, F. Mercenier, G. Osséna, V. Paul, P. Pellerej, F. Pierrel / Focalys, M. Saint-Louis, É. Sutre, B. Tinoco, J.-P. Verron • **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 - 371-15 • DCOM/13-0318 • **ISSN :** 2106-8291 • **Tirage :** 3 000 ex.