

Le journal de l'ANDRA

Édition
de la Manche

TOUT SAVOIR SUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

L'ÉVÈNEMENT

Le Centre de stockage de la Manche sous haute surveillance

Chaque année, plus de 2 000 prélèvements et 10 000 analyses sont effectués pour contrôler l'impact du Centre sur son environnement. Pour rendre compte de l'ensemble des résultats des mesures radiologiques et physico-chimiques réalisées, l'Andra publie, chaque année, dans le cadre de la loi TSN* un rapport "d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection du Centre de stockage de la Manche". Retour sur les principaux éléments du rapport 2012 qui est paru cet été.

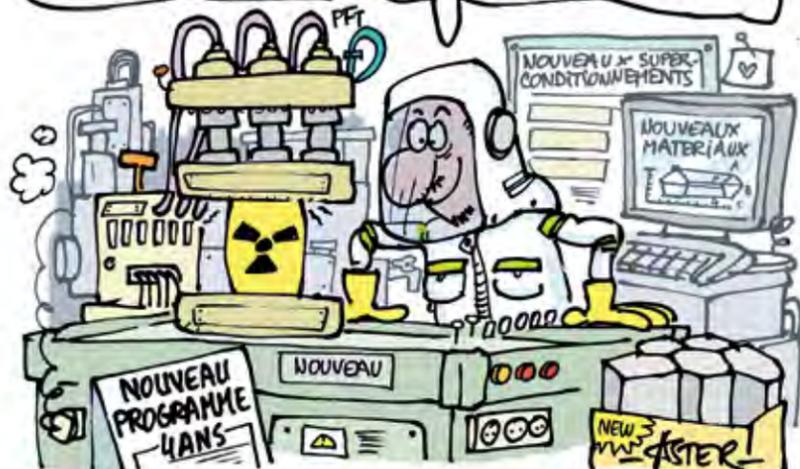
* loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire

Suite page 2 ...

À L'ANDRA, ON A CHERCHÉ...



(ET BEN MAINTENANT, ON RECHERCHE...)



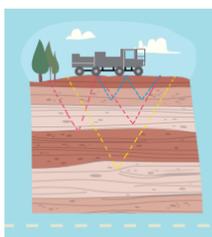
Le nouveau programme de recherche de l'Andra fixe le cap pour les quatre prochaines années

Dans ce numéro



**L'ACTUALITÉ
DANS LA
MANCHE**
Un Américain
en Basse-
Normandie

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
Un siècle
de mémoire de
l'environnement

P.15

2 | L'ACTUALITÉ DANS LA MANCHE

L'ÉVÉNEMENT

Suite de la page 1

“Le rapport 2012 confirme le très faible impact du Centre, estimé à $2,2 \cdot 10^{-5}$ microsievverts/an pour les rejets en mer, et à 0,35 microsievvert/an pour les rejets dans la rivière Sainte-Hélène. Des résultats très inférieurs à la limite réglementaire d'exposition du public (1 millisievvert/an) et plus de 1 000 fois inférieurs à l'impact de la radioactivité naturelle”, explique Florence Espiet, directrice du Centre. “Les éléments marquants de l'année 2012 portent sur deux choses : la pluviométrie exceptionnelle et les résultats en baisse concernant le tritium.”

Une forte pluviométrie, fait marquant de 2012

Avec 1 409 mm d'eau de pluie tombés dans l'année (soit + 29 % par rapport à la moyenne 1995-2012), la pluviométrie a été exceptionnelle et caractérisée par un excédent à partir d'avril. “Ce phénomène, poursuit Florence Espiet, a eu pour conséquence d'inverser les hautes et les basses eaux de la nappe phréatique, faisant de cette année 2012 une année piézométrique atypique. Notons que ce phénomène qui est intéressant pour l'étude des comportements saisonniers de certains piézomètres, n'a pas eu d'impact sur le suivi global des eaux souterraines.”

Une diminution continue du tritium

En 2012, les eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène n'ont pas présenté d'apports marqués en tritium et la baisse de l'activité du tritium dans le ruisseau du Grand Bel s'est poursuivie. De même, le marquage en tritium de la nappe sous-jacente au Centre a continué de décroître avec une activité moyenne d'environ 4 300 Bq/L pour environ 4 700 Bq/L en 2011. Florence Espiet précise : “Une expertise tritium demandée par la Cli et réalisée par le laboratoire de mesure de l'Acro (Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest), laboratoire agréé par l'ASN, a été conduite en 2012 (voir Journal de l'Andra n° 14, printemps/été 2013). La présence du tritium est bien en décroissance.

Nous nous sommes engagés à poursuivre l'expertise tritium en 2013 et en 2014.”

Le rapport 2012 est disponible sur simple demande auprès du service communication au n°Azur 0810 120 172 et consultable sur le site Internet www.andra.fr/andra-manche.

Le Centre de stockage de la Manche transmet également tous les mois environ 200 résultats de mesures au Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement, disponibles sur www.mesure-radioactivite.fr



Contrôle de la pluviométrie sur site.

3 QUESTIONS À :

Alain André, responsable de la surveillance au Centre de stockage de la Manche

Le Journal de l'Andra (JdA) : Comment s'exerce la surveillance du Centre et de son environnement ?

Alain André : 10 000 mesures radiologiques, physico-chimiques... sont effectuées chaque année dans les eaux, l'air et la végétation. Toutes les mesures de débits et de relevés des hauteurs de la nappe phréatique sont réalisées par l'Andra. Par contre, les mesures radiologiques et chimiques sont sous-traitées à des laboratoires agréés qui transmettent à l'Andra leurs résultats.

JdA : Pourquoi la surveillance des eaux est-elle un élément majeur du dispositif ?

A. A. : Le Centre étant fermé, la sûreté du stockage repose sur le principe d'isolement des déchets ; il faut éviter que les colis soient en contact avec de l'eau qui pourrait disperser la radioactivité. Il est donc indispensable de suivre les eaux, tant dans leur caractéristique que

dans leur comportement. Au CSM, la couverture, et plus particulièrement sa membrane bitumineuse, a pour vocation d'empêcher les eaux de pluie de s'infiltrer à travers le stockage. Pour vérifier l'étanchéité du stockage, nous comptons 110 points de prélèvement des eaux sur le site.

JdA : Quel enseignement tirez-vous de l'année 2012 ?

A. A. : L'enseignement que l'on tire de l'année écoulée est que les résultats de la surveillance confirment le très faible impact du Centre sur son environnement. On notera également que le bon comportement de la couverture se poursuit, et c'est bien sûr un point essentiel. Son efficacité ayant été renforcée par différents travaux de stabilisation des talus dont l'objectif était d'atténuer les pentes pour prévenir des glissements de terrain.



Trois pistes d'améliorations pour la mémoire détaillée du Centre de stockage de la Manche

La première expertise décennale de la mémoire détaillée du Centre de stockage de la Manche a eu lieu en septembre 2012. Tirant les enseignements de cet exercice (cf. Journal de l'Andra n° 13), l'Andra a proposé à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) des évolutions dans le repérage et la lisibilité des documents.

L'expertise menée en 2012, par un groupe “test” composé d'experts externes et internes, de riverains et d'associations environnementales, visait à tester la pertinence des documents constituant la mémoire détaillée du Centre de stockage de la Manche à travers des simulations de situations pouvant arriver sur le site. Jugé utile mais complexe, l'exercice s'est révélé riche d'enseignements. Il a conduit l'Andra à élaborer un plan d'actions d'optimisation qui a été proposé à l'ASN, en décembre 2012.

Une meilleure organisation de la masse documentaire

Tout d'abord, l'Agence propose de revoir, pour

mi-2014, le classement des documents selon une logique chronologique et géographique. Cette approche rendra les démarches de recherches plus faciles. Dans un second temps, la hiérarchisation des quelque 11 000 documents constitutifs de la mémoire détaillée, sera révisée fin 2015. Une nouvelle arborescence, une indexation des plans, une application des indices, etc., contribueront à rendre les documents plus pertinents.

Un contenu plus riche et plus facile d'accès

Enfin, pour approfondir la compréhension de l'histoire du Centre, des années 1960 à nos jours, il

est prévu, pour fin 2016, d'enrichir la mémoire détaillée de documents d'information : coupures de presse, photographies de ses différentes phases de vie, maintenance de la base de données des colis (transfert des savoir-faire, vérification de la description et de la documentation des colis particuliers...). Une fois ces évolutions achevées et afin de valider leurs impacts, l'Andra propose de réaliser une seconde expertise de même ampleur que la précédente, au plus tard en juin 2018. L'exercice pourrait ensuite être envisagé à une fréquence décennale, calée sur les réexamens de sûreté.

Inspection avant travaux

Du 14 au 29 mai, cinq fouilles ont été réalisées sur la partie sud-est du site avant les travaux d'adoucissement des pentes de la couverture. Reportage en images sur cette opération.



Premiers coups de pelle pour réalisation de la fouille.



Décapage de la terre végétale.



Décapage du sable.



Fouille finalisée.



Membrane dégagée pour contrôle et relevé topographique.

3 QUESTIONS À :

Romain Hémary, chef de chantier de l'entreprise Vinci en charge des travaux de confortement de la couverture

Le Journal de l'Andra (JdA) : En quoi ont consisté les travaux de fouilles ?

Romain Hémary : Avant d'entreprendre les travaux d'adoucissement des pentes de la couverture sur la partie sud-est du site, il était nécessaire de vérifier l'état de la membrane bitumineuse (qui assure l'étanchéité de la couverture du site) afin de corriger d'éventuels vides qui auraient pu y être créés. Nous avons tout d'abord enlevé mécaniquement la terre végétale, puis la barrière de matériau brut composée de schistes et de grès, soit près de 2 m d'épaisseur au total. Le décapage du sable

a, ensuite, été fait manuellement afin d'éviter d'endommager la membrane. Nous avons alors pu procéder au contrôle et au relevé topographique de la membrane bitumineuse.

JdA : Combien de temps les opérations ont-elles duré ?

R.H. : Au total, cinq fouilles ont été menées sur une semaine entière. Quatre personnes étaient sollicitées pour chaque fouille, sachant qu'une journée entière a été nécessaire pour les fouilles les plus complexes, localisées sur la rampe d'accès à la couverture.

JdA : Cette action était-elle une première pour votre entreprise ?

R.H. : Vinci est une entreprise française spécialisée dans les secteurs du bâtiment et des travaux publics. Ses équipes sont donc rodées à la pratique de ce genre d'interventions. Par contre, c'était la première fois que nous intervenions sur une installation nucléaire. Nous avons dû prendre en compte des contraintes environnementales plus importantes que sur un site classique.



Un Américain en Basse-Normandie

Lundi 17 juin, l'équipe du Centre de stockage de la Manche a reçu l'Américain Rodney Ewing. Nommé par Barack Obama en novembre 2012, président de la commission technique de révision sur les déchets radioactifs américains, il fait partie des experts chargés de repenser la politique américaine de gestion des déchets nucléaires.

En 2010, le président américain Barack Obama a suspendu le projet de stockage des déchets nucléaires à vie longue à 600 m de profondeur dans le désert du Nevada, et mis en place une commission technique de révision sur les déchets radioactifs américains, présidée par Rodney Ewing. L'objectif de cette commission est d'assurer la supervision scientifique et technique du Département de l'énergie (DOE) pour la gestion et l'élimination des déchets radioactifs de haute activité et du combustible usé.

Un programme marathon de deux jours



L'association Nucléopolis, pôle normand des sciences nucléaires et de leurs applications, avait organisé le séjour en France de Rodney Ewing. Au programme : des échanges avec des adhérents du pôle normand dans le cadre d'une réunion d'information sur la situation du nucléaire aux États-Unis, et des visites d'installations.

M. Ewing s'est rendu sur les sites du Centre de stockage de la Manche, d'Areva La Hague et de son nouvel atelier d'entreposage des déchets vitrifiés de moyenne et haute activité à vie longue. Il a ensuite découvert le Grand accélérateur national d'ions lourds (GANIL) à Caen, et assisté à une présentation de SPIRAL 2, le nouveau projet d'accélérateur de particules du Centre de recherche sur les ions, les matériaux et la photonique (CIMAP) et rencontré des chercheurs du Laboratoire de physique corpusculaire (LPC).

Des compétences et des savoir-faire appréciés

Ces deux jours lui ont permis d'avoir un aperçu du savoir-faire normand dans le domaine du nucléaire appliqué à la santé et à l'énergie, tant sur les volets

de la recherche, de l'industrie que de la formation. À l'issue de ce séjour, M. Ewing s'est dit très

impressionné par l'ensemble des compétences existantes en Basse-Normandie sur le sujet.

Rodney Ewing, un expert dans le domaine des déchets radioactifs

Professeur de géologie à l'université de Michigan (États-Unis), Rodney Ewing est l'une des grandes personnalités actuelles de la recherche sur la gestion des déchets nucléaires. Auteur ou co-auteur de plus de 650 publications, il est également l'éditeur fondateur du magazine scientifique "Elements". En 2008, l'université française Pierre et Marie Curie (UPMC) lui a remis les insignes de docteur *honoris causa*, en couronnement de son travail pluridisciplinaire et de son engagement pour une réflexion approfondie sur l'utilisation de l'énergie. Depuis 2012, il préside la commission technique de révision sur les déchets radioactifs américains.



Rodney Ewing (au centre) entouré de Florence Espiet, directrice du CSM, du président (à gauche) et du directeur (à droite) de l'association Nucléopolis.

L'Andra fête la science

Les 12 et 13 octobre prochains, le Centre de stockage de la Manche sera présent à la 22^e édition de la Fête de la science qui se tiendra sur le Village des Sciences de Caen. Un rendez-vous des scientifiques et des citoyens qui attire chaque année de plus en plus de curieux.



La Fête de la Science est une manifestation nationale organisée depuis 1991 à l'initiative du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Ouverte au grand public et gratuite, elle a pour vocation de



Village des Sciences de Caen.

tisser un lien de proximité entre le monde de la recherche et les citoyens.

En Basse-Normandie, l'événement est coordonné par le Centre de culture scientifique et technique Relais d'activités, avec le soutien de l'État, de la région Basse-Normandie, de la communauté d'agglomération de Caen la mer, et de nombreux autres partenaires.

Des animations ludiques pour comprendre le stockage

Pendant deux jours, le Village des Sciences accueillera sur près de 3 000 m², des laboratoires de recherche et des entreprises innovantes et

ouvrira ses portes à quelque 10 000 visiteurs. Le Centre de stockage de la Manche présentera ses activités aux visiteurs à travers des animations : la protection des colis de déchets radioactifs avec les différents matériaux composant la couverture multicouche, la surveillance de l'environnement avec une prise d'échantillons à l'aide d'un forage factice, la conservation et la transmission de la mémoire du site aux générations futures sur plusieurs siècles avec des exercices de recherche dans la mémoire détaillée du Centre. Rendez-vous dans le prochain numéro du journal pour le bilan de l'opération !

Le *Journal de l'Andra* vous propose de revenir chaque trimestre sur un événement qui a marqué l'histoire du Centre de stockage de la Manche.

1991-1997: Le Centre de stockage de la Manche se dote d'une couverture

Fin des années quatre-vingt, le Centre est exploité depuis déjà vingt ans et sa capacité de stockage maximale va bientôt être atteinte. Il faut penser à sa fermeture. Les équipes travaillent alors à la conception d'une couverture élaborée pour recouvrir le stockage, dont l'objectif est de protéger les colis stockés contre l'infiltration d'eau et contre les intrusions humaines, animales ou végétales. La mise en place de cette couverture, élément clef de la sûreté du stockage, commence en 1991 et s'achève six ans plus tard.

Un chantier en trois temps

Après de nombreuses études, l'Andra obtient de la Direction de la sûreté des installations nucléaires (DSIN) l'autorisation d'engager les travaux de pose de la couverture le 21 août 1990. En 1991, la première opération consiste alors à reprendre les terres enlevées pour la construction des plates-formes de stockage et à les remodeler pour former les pans inclinés sur la zone nord du site. En 1993, la deuxième tranche de travaux de couverture se réalise selon le même principe. La quantité de terre entreposée sur place n'étant plus suffisante, un accord est signé avec l'usine Cogema-La Hague (Areva aujourd'hui) afin d'utiliser les terres extraites lors de la construction des différents bâtiments. Enfin, en 1994, le stockage du dernier colis de déchets permet à l'Andra d'engager les travaux de couverture sur la tranche 3. Les matériaux bruts utilisés sont alors extraits dans des carrières locales.

Un arrêt d'un an

À l'automne 1995, le chantier de couverture du Centre est interrompu suite à une plainte du Comité de réflexion et de lutte antinucléaire, le Crilan. Il faudra attendre les conclusions favorables de la nouvelle commission chargée par les ministres de l'Environnement et de l'Industrie d'évaluer la situation du Centre de stockage de la Manche, "commission Turpin", pour que les travaux reprennent fin 1996.

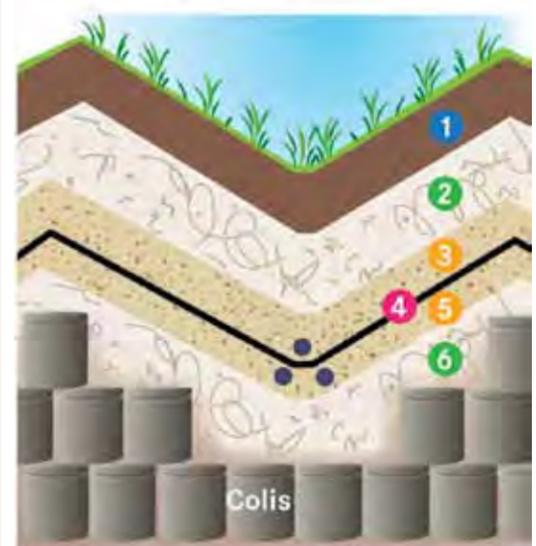
Dans le même temps, la commission d'enquête publique qui devait se prononcer sur le passage en phase de surveillance du Centre souhaite que "la couverture soit achevée dans les plus brefs délais". L'opération, entamée six ans auparavant, s'achève en 1997 avec la pose de la terre végétale. Le Centre de stockage de la Manche est le premier centre au monde à pouvoir entrer en phase de surveillance !



Pose et soudure de la membrane bitumineuse.

La couverture

Description du multicouche



- 1 Couche de terre végétale
- 2 Barrière de matériau brut (schistes, grès)
- 3 Première couche drainante en sable, avec drains dans les points bas
- 4 Membrane imperméable à base de bitume
- 5 Seconde couche drainante en sable, avec drains dans les points bas
- 6 Couche de forme en matériau brut (schistes, grès)

3 QUESTIONS À :

Franck Duret, chef d'exploitation au CSM de 1991 à 1994, et directeur du Centre de 1995 à 1999

Le *Journal de l'Andra* (JdA) : Quelles étaient les principales difficultés du chantier ?

Franck Duret : Les pentes de la couverture étant relativement raides (de l'ordre de 25°), les travaux de terrassement nécessitaient beaucoup de dextérité, avec en certains endroits, la mise en œuvre de méthodes de compactage particulières. La pose du sable et son lissage à l'aide d'une pelle télescopique exigeaient notamment un pilotage de l'engin extrêmement précis. D'autre part, la mise en place de la membrane bitumineuse demandait une haute qualité de pose. Les lés étaient raccordés entre eux par soudure; les soudures, représentant plusieurs kilomètres de longueur, ont fait l'objet de contrôles minutieux par ultrasons; chaque défaut ou suspicion de défaut était repris systématiquement.

JdA : Pourquoi avoir posé une membrane bitumineuse ?

F. D. : L'objectif était d'avoir une couverture étanche et durable tout en étant apte à supporter d'éventuels mouvements sans perte d'étanchéité. Plusieurs solutions techniques avaient été étudiées. Du fait des caractéristiques mécaniques du stockage relativement hétérogènes d'une zone à l'autre, il convenait de prendre en compte la possibilité de tassements et de mouvements des différentes couches constituant la couverture. Sur ce plan, une membrane bitumineuse présente d'importantes qualités d'imperméabilité et de souplesse. Épaisse d'environ 5 mm, elle est constituée de bitume, coulé sur une armature faite d'un géotextile qui lui confère une bonne résistance.

JdA : Que peut-on dire de l'efficacité de la couverture ?

F.D. : La couverture mise en place remplit parfaitement son rôle. Les infiltrations ont été réduites de manière très importante. Avant sa pose, le volume des eaux s'infiltrant dans les ouvrages de stockage représentait environ 30 000 à 40 000 m³ par an. Ce volume a été réduit à quelques centaines de mètres cubes par an, grâce à la barrière d'étanchéité constituée par la membrane bitumineuse; par ailleurs, la simple présence de la couche végétale de surface permet de limiter les quantités d'eau s'infiltrant vers cette membrane, par évapotranspiration de 50 % de l'eau tombant sur le Centre.



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

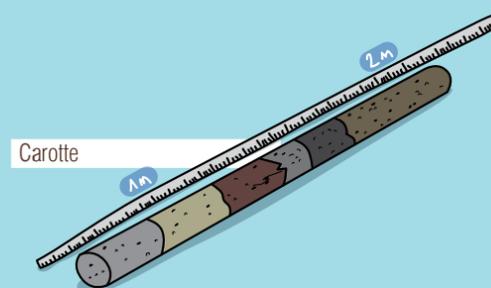


des forages réalisés sur le territoire. D'autres sources d'information sont récoltées telles que les profils géologiques établis par les pétroliers pour évaluer les ressources du sous-sol ou des études universitaires. Autant d'éléments à partir desquels plusieurs zones d'intérêt sont présélectionnées.

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

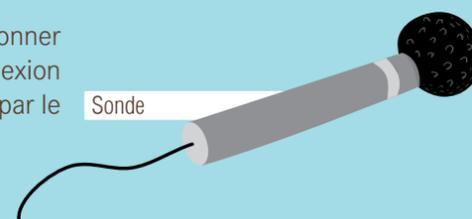
géologiques, on en déduit la morphologie du sous-sol.



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

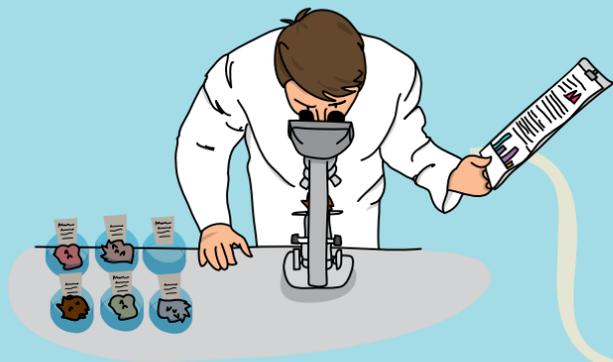
le sous-sol

2

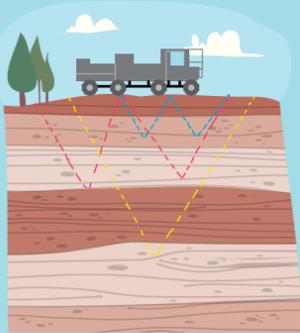
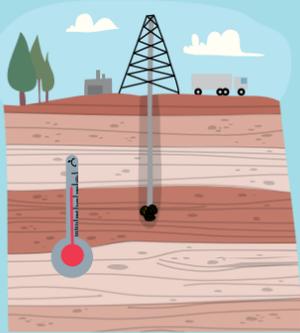
LES OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN

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

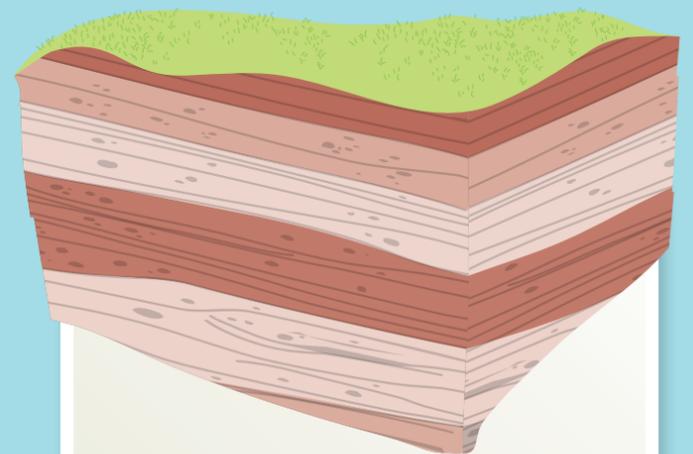
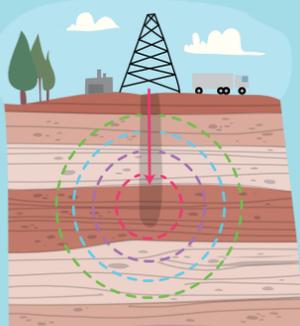
représentation du sous-sol et d’établir un programme de reconnaissance. Ils peuvent aussi s’appuyer sur des images satellites, des photos aériennes pour déterminer la géométrie plus précise des lieux.



> 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 Elisabeth 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.



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 avons 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.

L'Andra intègre le Pôle nucléaire de Bourgogne

En juin dernier, l'Andra accueillait dans l'Aube une cinquantaine de représentants du Pôle nucléaire de Bourgogne (PNB). L'occasion pour l'Agence, nouvelle adhérente de ce pôle de compétitivité, de présenter ses activités et d'ouvrir les portes de ses centres industriels.

Le PNB, association labellisée "pôle d'excellence" depuis 2005, a pour mission de regrouper et de fédérer les grandes entreprises et les PME, de tous secteurs confondus (nucléaire, sidérurgie, métallurgie, génie civil, ingénierie...) qui souhaitent mettre leurs savoir-faire au service de l'industrie nucléaire. L'objectif est de pouvoir réunir et mettre en commun les compétences de chaque acteur et contribuer, notamment, à développer l'innovation industrielle du secteur.

Dans ce cadre, le PNB organise régulièrement des journées d'échanges, des groupes de travail, des visites... La découverte de l'Andra et de ses centres était au programme en juin dernier.

Un enjeu important pour l'Andra

L'Andra, nouvellement adhérente de l'association, a souhaité présenter ses activités à l'ensemble des membres. Pour l'Agence, l'enjeu est grand, puisqu'il s'agit de placer la question des déchets radioactifs au cœur des réflexions stratégiques de la filière nucléaire et de contribuer, grâce à

son expertise, à l'émergence de compétences reconnues sur ce sujet. La journée de rencontre était l'occasion de sensibiliser un large public (Veolia, CEA, ONET, et de nombreuses PME...) à la problématique de la gestion des déchets radioactifs (démantèlement, qualité des colis de déchets...).



Visite des représentants du PNB au Centre de stockage de l'Aube.

QUESTION À :

Bruno Cahen, directeur industriel à l'Andra

Le Journal de l'Andra : L'Andra met un pied dans le PNB. Quel est votre rôle dans la filière nucléaire ?

Bruno Cahen : En tant qu'exploitant d'installations industrielles (les centres de l'Aube et le Centre de stockage de la Manche), nous faisons largement appel à des prestataires pour la fourniture de biens et services dans le but de concevoir, construire, exploiter et surveiller nos centres de stockage. Du fait de l'échelle de temps particulière dans laquelle s'inscrit notre mission, nous avons un vrai rôle à jouer pour catalyser l'innovation autour de nos domaines d'intérêts. Cela peut se faire *via* des développements communs avec les autres acteurs de la filière nucléaire, mais aussi avec des PME ayant développé dans d'autres secteurs que le nucléaire des technologies susceptibles de nous intéresser. Le PNB nous donne accès à tout un tissu industriel qui nous était jusqu'ici inconnu et au sein duquel se trouvent peut-être nos fournisseurs de demain. Les inviter à visiter nos installations et à découvrir nos programmes peut faire émerger des intérêts communs. C'est aussi une occasion de promouvoir le développement local autour de nos activités actuelles et futures. L'État nous a par ailleurs récemment confié dans le cadre des investissements

d'avenir la mission de catalyser la R&D pour optimiser la gestion des déchets radioactifs, au plus près de leur production, avec deux objectifs : réduire leur volume et faciliter leur stockage ou leur recyclage. Un domaine qui nécessite de travailler en amont avec tous les acteurs de la filière et le monde de la recherche. Enfin, le PNB est un des pôles d'excellence nationaux. Il contribue à ce titre à la valorisation de l'offre française à l'export. Le mode de gestion des déchets radioactifs à la française et les outils industriels dont nous disposons sont reconnus comme faisant partie des meilleurs mondiaux. Il s'agit pour l'Andra de promouvoir une gestion sûre et responsable des déchets radioactifs, et de proposer aux pays étrangers de les aider à mettre en place leurs propres politique et industrie avec la plus grande exigence de performance.



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.

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

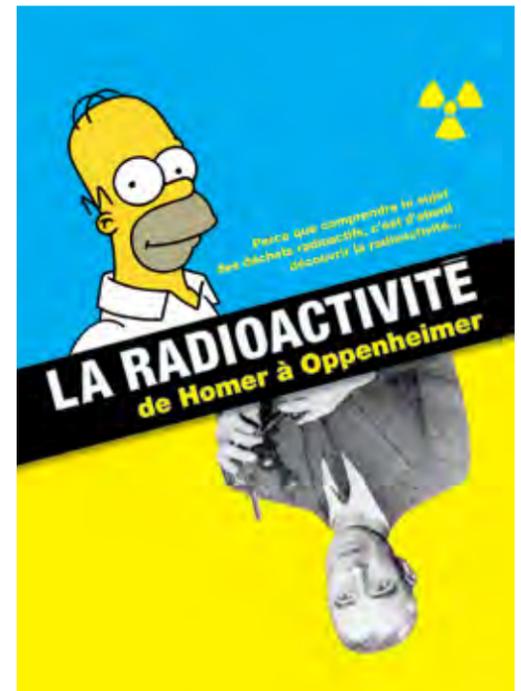
l'impossibilité de décontaminer de telles surfaces dans des territoires souvent difficiles d'accès, la question de la gestion à long terme de la contamination est primordiale. Sans compter que cette région est fréquemment soumise à des typhons, occasionnant un risque de transfert des contaminants depuis 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.

Prise en charge de déchets radioactifs étrangers: l'exception monégasque

Depuis le 4 juillet dernier, une loi* autorise la prise en charge sur le territoire français des déchets radioactifs monégasques. Un accord délivré à titre exceptionnel, limité à la seule principauté de Monaco et à une quantité restreinte de déchets, ne provenant pas du secteur électronucléaire.

Compte tenu de l'exiguïté particulière de son territoire, Monaco n'est pas en mesure de se doter d'un centre de stockage satisfaisant en termes de sécurité et de sûreté pour les quelque 165 kg de déchets radioactifs qu'elle produit chaque année. Ces derniers sont issus d'hôpitaux, de centres de recherches, de laboratoires et de la société monégasque d'assainissement. Ils étaient pris en charge

par l'Andra jusqu'en juillet 2006, date à laquelle la loi interdisant le stockage de déchets radioactifs en provenance de l'étranger en France a été promulguée. Les déchets monégasques sont depuis entreposés sur le lieu de production. Une nouvelle loi* visant à permettre à la France de les gérer vient d'être votée. Un accord à caractère exceptionnel, qui traduit la relation d'amitié

particulière qu'entretiennent la France et la principauté, et qui est étroitement encadré: il concerne une liste prédéfinie de producteurs n'appartenant pas au secteur électronucléaire, et une quantité restreinte de déchets.

* Loi n°2013-580 du 4 juillet 2013 autorisant "l'approbation de l'accord relatif à la prise en charge des déchets radioactifs monégasques sur le sol français"

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 toute 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).

Pour archiver les milliers d'échantillons de terre, d'eau, de plantes ou d'animaux provenant d'une zone qui couvre 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 agro-alimentaires comme de la viande, des œufs, du lait...). Le rez-de-chaussée du bâtiment sera quant à lui réservé à l'accueil du public avec une exposition permanente sur l'environnement local et les méthodes d'observation et de conservation mises en œuvre par l'Andra. Enfin, le premier étage est occupé par le personnel 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", explique Sarah Dewonck, directrice de

l'OPE. "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."

Un dispositif unique

"Aujourd'hui, nous sommes dotés d'un outil unique au monde" explique pour sa part Élisabeth

Leclerc, ingénieure agronome à la direction Recherche & Développement de l'Andra. En effet, "il conservera non seulement une grande diversité d'échantillons prélevés dans tous les écosystèmes d'un même territoire, mais surtout, 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." Équipée des dernières technologies, l'Écothèque de l'Andra a 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). "Enfin, ajoute Élisabeth Leclerc, des 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."



L'Écothèque est implantée sur un site de 3,3 hectares, aménagé pour présenter au public les différents biotopes locaux.

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.

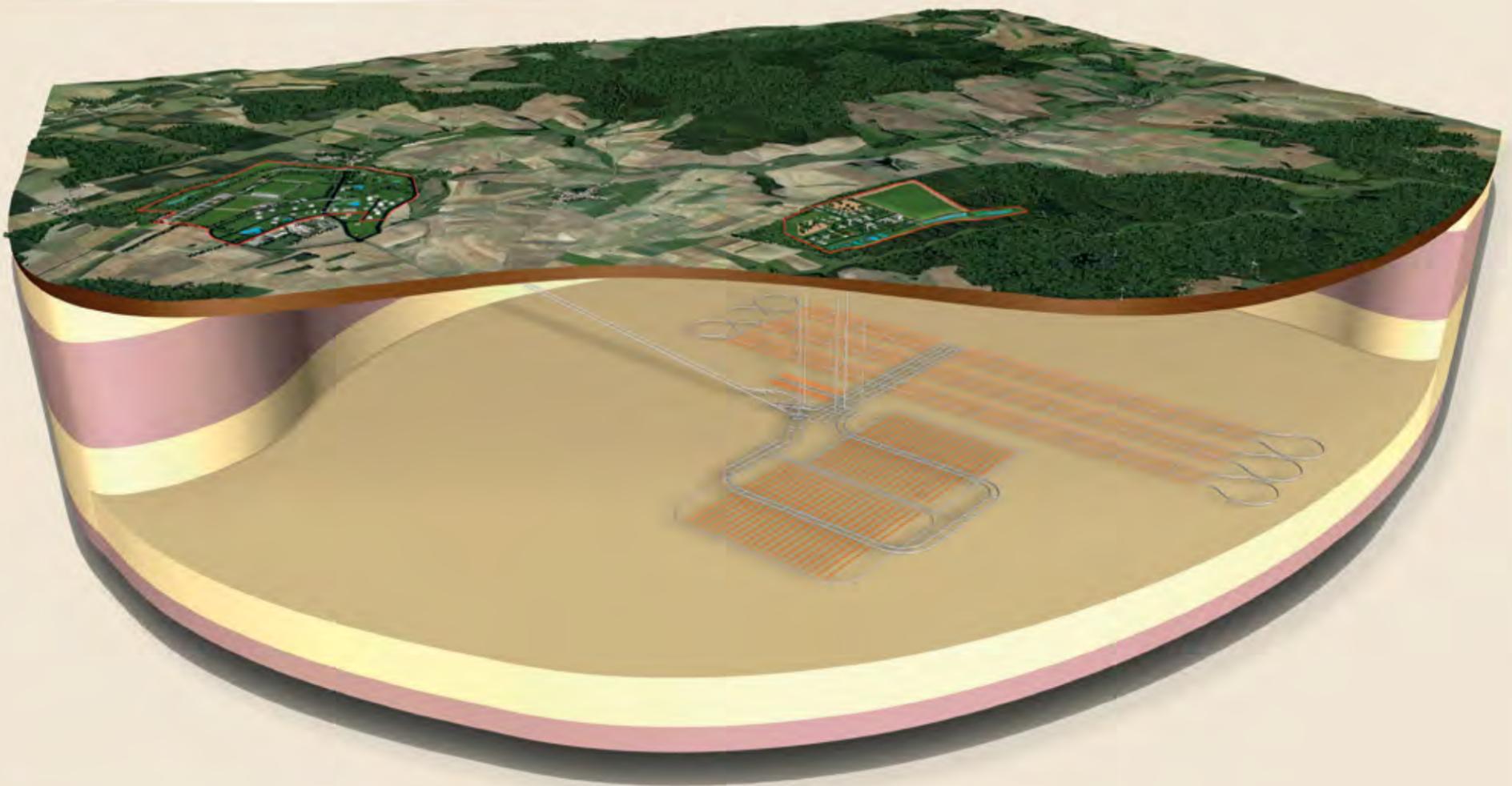
Une palette unique de services

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

Nouvelle exposition Andra Centre de stockage de la Manche

tout savoir sur le projet **Cigéo**,
projet de stockage réversible profond en Meuse/Haute-Marne
des déchets issus du traitement des combustibles usés



Conception et réalisation Exirys : 01 56 88 00 60 - © Image : Andra

du lundi au vendredi **de 9h à 17h**,
au Bâtiment d'accueil du public.
Entrée gratuite.



Centre de stockage de la Manche
ZI de Digulleville
50448 Beaumont-Hague CEDEX
N°Azur 0810 120 172
Coût d'une communication locale

Pour être sûr de ne rien manquer, abonnez-vous

Le journal
de l'ANDRA
Édition de la Manche
TOUT SAVOIR SUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Si vous souhaitez recevoir régulièrement notre journal,
merci de retourner ce coupon dûment rempli à :
Le Journal de l'Andra - Édition de la Manche
ZI de Digulleville BP 807 - 50448 Beaumont-Hague Cedex

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
 Meuse/Haute-Marne

Le Journal de l'Andra
Édition de la Manche

Centre de stockage de la Manche
BP 807 - 50448 Beaumont-Hague Cedex
Tél. : 0810 120 172 - journal-andra@andra.fr

Directrice de la publication : Marie-Claude Dupuis • Directrice de la
rédaction : Valérie Renauld • Rédactrice en chef : Marie-Pierre Germain •
Ont participé à la rédaction, pour l'Andra : Sophie Dubois, Sébastien
Farin, Martine Huraut, Élodie Langlois, Marc-Antoine Martin ; pour Rouge
Vif : Sandrine Canavaggio, Christine Cornevin, Élodie Seghers, Marie-Alix
de la Taille • Responsable iconographie : Sophie Muzerelle • Crédits
photos : Andra, P. Bourguignon, P. Demail, C. Dochler/Exirys, DR, S. Dubois,
Films Roger Leenhardt, C. Helsly, Kuroji/Fotolia, Christophe Maitre/Inra,
M.-A. Martin, P. Maurein, V. Paul, P. Pellerej, Relais d'Sciences • 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 - 370-15 • DCOM/13-0317 • ISSN : 2106-7643 • Tirage : 40 000 ex.

