

ÉTÉ 2020 N°36

# le Journal de l'Andra

— ÉDITION MEUSE-HAUTE/MARNE

P.11

**Le Laboratoire  
souterrain de l'Andra  
fête ses 20 ans**

# Sommaire

## l'essentiel



### P.4 L'évènement

La station atmosphérique d'Houdelaincourt fait peau neuve

### P.5 La nature à la loupe

### P.6 Des « live conférences » au centre de l'Andra

### P.6 Cigéo : le cycle de concertations se poursuit

### P.6 Tout savoir sur les activités de l'Agence dans l'Aube et la Manche

### P.7 Interview

Un 43<sup>e</sup> centre de secours pour la Meuse



### P.8 Crise sanitaire : comment le Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne s'est organisé

## éclairage

P.9 Dans l'Aube : anticiper le stockage des futurs déchets de très faible activité



### P.10 Dossier

## 20 ans au cœur de l'argile

P.12 Une aventure scientifique, technologique et humaine

P.14 Des laboratoires souterrains en réseau à l'international

P.15 20 ans / 20 chiffres clés



P.16 20 ans de recherches et d'expérimentations

P.18 Les femmes et les hommes du Labo

P.19 Un lieu d'apprentissage et de culture scientifique pour tous

P.20 Interview de Gérard Longuet : « La Meuse devait se réinventer »

## immersion



### P.21 Portraits

« Les chevaliers blancs » des sites pollués par la radioactivité



### P.22 Reportage

Les abeilles font le miel de l'Observatoire pérenne de l'environnement

### P.24 Environnement

Une nouvelle carte des sols passe 320 km<sup>2</sup> au peigne fin

## territoire

### P.25 Mémoire

Des signes et des lettres pour avertir nos descendants

### P.26 #On vous répond

« Faut-il avoir peur de vivre à côté d'un centre de stockage de déchets radioactifs ? »

### P.26 #Ils sont venus nous voir

### P.27 Photomystère

le Journal del'Andra

Édition Meuse/Haute-Marne N°36

Centre de Meuse/Haute-Marne

CMHM RD 960 - BP9 - 55290 - Tél. : 03 29 75 53 74 - journal-andra@andra.fr



Directeur de la publication : Pierre-Marie Abadie • Directrice de la rédaction : Annabelle Ouenet • Rédactrice en chef : Dominique Mer • Ont participé à la rédaction, pour l'Andra : Antoine Billat, Lola Kovacic, Damien Maury-Tarriet, Dominique Mer ; pour Rouge Vif : Françoise de Blomac, Matthieu Cabanes, Emmanuelle Crédoz, Joana Maitre, Sabrina Moreau et Elodie Seghers • Responsable iconographie : Sophie Muzerelle • Crédits photos : Andra ; Istockphoto/Dingle ; Andra/OPE ; Stock Adobe/Rupbilder ; Andra/Service communication ; Andra/Service communication ; Loïc Cocard ; Defekator ; Philippe Demail ; S. Drion/Coraline Lambert ; Stéphane Lavoué ; Pierre Maraval ; Andra/Damien Maury-Tarriet ; Sébastien Noguera ; Éric Poirot ; Uros Poteko ; Valérie Renauld ; Matthieu Saint-Louis ; Studio Durey ; Éric Sutre ; Bertrand Tinocco ; Vincent Toussaint ; Clotilde Verdental ; Daniel Wambach • Dessins : Aster et Groupe Rouge Vif • Infographie : Rouge Vif • Création-réalisation : [www.grouperougevif.fr](http://www.grouperougevif.fr) - ROUGE VIF Éditorial - 26603 - www.grouperougevif.fr • Impression : DILA - Siret 130 009 186 00011 - Imprimé sur du papier issu de forêts durablement gérées, 100 % recyclé dans une imprimerie certifiée imprim'vert • © Andra - 371-36 • DICOD/20-0044 • ISSN : 2106-8291 • Tirage : 199 320 exemplaires

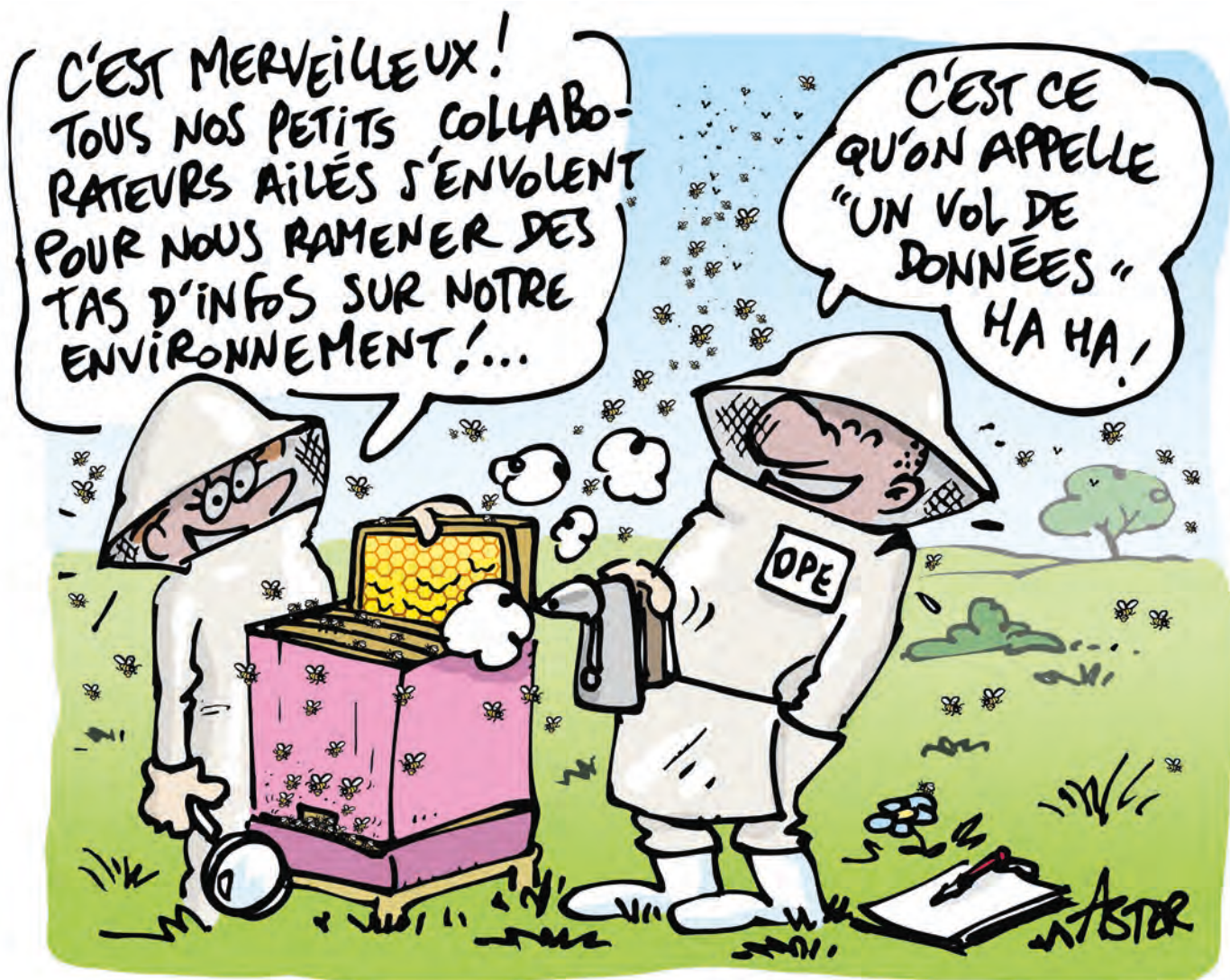
IMPRIM'VERT® PEFC® 10-31-2190 / Certifié PEFC

### ABONNEMENT GRATUIT

Pour être sûr de ne rien manquer sur l'actualité de l'Andra, **abonnez-vous par mail à [journal-andra@andra.fr](mailto:journal-andra@andra.fr)**, en précisant la ou les édition(s) souhaitée(s).

LE POINT DE VUE D'ASTER

## Quand les abeilles surveillent l'environnement



Pour surveiller l'environnement, l'Andra s'est adjoint, depuis 2011, les services d'une armée d'observatrices aussi minutieuses que précieuses: les abeilles. Reportage à lire p 22.

L'ÉVÈNEMENT

# La station atmosphérique d'Houdelaincourt fait peau neuve

Inaugurée en 2011 et faisant partie de l'Observatoire pérenne de l'environnement, cette installation de mesure de la qualité de l'air et des gaz à effet de serre vient d'être rénovée pour assurer des mesures de qualité optimale. Explications.



**D**epuis près de dix ans, la station atmosphérique de l'Andra dans la Meuse mesure en continu les particules en suspension et les principaux polluants présents dans l'atmosphère. Un travail précis et de longue haleine permettant notamment d'établir un « état zéro » de l'atmosphère du territoire d'accueil du projet Cigéo avant toute construction puis d'évaluer les éventuelles modifications.

## 110 m<sup>2</sup> réaménagés

« Avec le temps, les locaux préfabriqués dans lesquels sont installés des dispositifs de mesure et d'analyse étaient sous-dimensionnés, explique Sébastien Conil, ingénieur au sein de l'Observatoire

## 431 000 €

### de travaux confiés à des entreprises locales

pérenne de l'environnement (OPE) à la direction de la R&D de l'Andra. De plus, l'isolation thermique n'y était pas très bonne. Or pour assurer des mesures de qualité optimale, de plus en plus exigeantes, nous devons bénéficier d'une température intérieure stable. » Un chantier a donc été lancé pour installer un nouveau bâtiment en dur, thermiquement très stable, et ainsi offrir une surface de 110 m<sup>2</sup> contre 36 m<sup>2</sup> auparavant.

## Un outil de collaboration scientifique

La station atmosphérique de l'OPE de l'Andra fait partie des stations européennes certifiées par le programme ICOS de suivi des gaz à effet de serre. « Les mesures que nous réalisons s'inscrivent dans une évaluation globale de l'évolution de l'atmosphère. La station participe de ce fait à l'évaluation et au suivi du changement climatique en fournissant des données qui sont utilisées par les laboratoires de recherche impliqués dans le programme ICOS. Notre participation souligne la qualité de nos mesures », précise encore Sébastien Conil.

## Des mesures très précieuses

Des mesures sur les propriétés physiques, chimiques et radiologiques de l'air sont réalisées quotidiennement. « Notre travail consiste notamment à caractériser les particules de l'air pour connaître les sources des composants qu'on y trouve. On peut ainsi distinguer ce qui vient des activités agricoles ou industrielles. » Lui et ses collègues mesurent aussi la présence de CO<sub>2</sub> dans l'air, celle de césium 137 et d'autres radionucléides comme le carbone 14 et le tritium. Les mesures météorologiques sont effectuées par Météo France. Les mesures chimiques réglementées reviennent, elles, à ATMO Grand Est, l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) pour la région. Les mesures de la radioactivité sont incluses dans le réseau Opera-Air de l'IRSN, qui mesure les niveaux de radioactivité sur le plan national. « Nous collaborons aussi avec des laboratoires de recherche renommés : l'Institut des géosciences de l'environnement de Grenoble, le Laboratoire d'étude et d'expertise sur la radioactivité de l'environnement de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), ou le laboratoire des sciences du climat et de l'environnement de Saclay », indique Sébastien Conil. Grâce au réaménagement de la station, les scientifiques vont poursuivre, dans des conditions encore meilleures, leur surveillance millimétrée de l'air du territoire autour du projet Cigéo. ●

## Le Journal de l'Andra change de tête!

### Le Journal de l'Andra évolue pour mieux vous informer

Depuis maintenant dix ans, le *Journal de l'Andra* vous informe de l'actualité de la gestion des déchets radioactifs et de l'activité sur et autour des centres de l'Andra dans la Meuse/Haute-Marne, l'Aube et la Manche. En 2020, votre

journal évolue. Nouvelle maquette, nouveau rubriquage, il change de visage pour être plus pédagogique et plus proche de vos préoccupations. À côté des articles et dossiers d'actualité, vous trouverez notamment des reportages sur les métiers de l'Agence, des portraits des femmes et des hommes qui y travaillent ou des sujets sur la vie de ses territoires d'accueil. Mais la vocation du *Journal de l'Andra* reste la même : vous délivrer une information claire et rigoureuse sur les enjeux de la gestion des déchets radioactifs et les activités de l'Andra près de chez vous.



## La nature à la loupe

Malgré un printemps malmené par la Covid-19, l'Andra a tenu ses campagnes d'observation de l'environnement en Meuse et en Haute-Marne, dont les données sont importantes à plusieurs titres.



L'environnement en Meuse/Haute-Marne, sa caractérisation, son suivi, et sa compréhension, est un sujet sur lequel travaillent de manière coordonnée plusieurs équipes de l'Andra à différentes échelles.

Il y a tout d'abord le suivi réglementaire de l'environnement du Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne. Le plan de suivi reprend les prescriptions des différents arrêtés et décrets tout en les complétant par des investigations jugées utiles ou par des engagements pris par l'Andra à la demande de tiers (suivi radiologique par exemple), notamment en prévision de la construction et de l'exploitation du projet Cigéo. Les mesures qui concernent l'air, les eaux et la faune ont pu être réalisées ce printemps.



La description de l'état actuel de l'environnement pour l'étude d'impact du projet Cigéo devant régulièrement être actualisée, des équipes d'écologues ont été également mobilisées pour recueillir les indispensables données d'observation de la biodiversité sur les aires de l'étude d'impact. Dans cet objectif, des observations de terrain sur les chiroptères, les oiseaux, les mammifères... ont été réalisées en avril.

Enfin, sur un plan scientifique, dans le cadre de l'Observatoire pérenne de l'environnement (OPE), l'Andra a mobilisé plusieurs bureaux d'études, d'avril à juin, volontaires pour travailler durant le confinement dans le respect des règles sanitaires, pour des observations de la flore forestière et des repérages et comptages d'amphibiens, d'insectes, d'oiseaux... Les informations recueillies sur la zone d'étude de l'OPE viendront compléter ses bases de données, pour une compréhension précise de l'environnement, notamment les relations entre les différents milieux.



# 2 km

C'est la longueur cumulée de galeries souterraines du Laboratoire souterrain de l'Andra en août 2020.

### dans les médias



Comment débattre des sujets qui font peur ? Retour sur des échanges d'actualité avec @HuetSylvestre, @MathiasGIREL et @HeiderichD @HeiderichCS

Merci à tous pour votre participation active à cette web-conférence en partenariat avec l'@Andra\_France !



Comment débattre des sujets qui font peur ? Compte rendu de la conférence Y... Comment débattre démocratiquement des sujets qui suscitent la peur ? C'était le sujet de la conférence organisée par Youmatter en partenariat avec l'ANDRA le ...  
[youmatter.world](https://bit.ly/390gkKg)

9:55 AM · 10 juin 2020 · Twitter Web App



Retrouvez la web-conférence sur <https://bit.ly/390gkKg>

Capture d'écran d'un tweet.



## Tout savoir sur les activités de l'Agence dans l'Aube et la Manche

Chaque année, les centres industriels de l'Andra dans l'Aube et le Centre de stockage de la Manche publient leurs rapports annuels. Ces bilans mettent à la portée de tous des données scientifiques, techniques, environnementales et de sécurité, sur les activités de ces centres. Chiffres d'exploitation des sites, conclusions des inspections conduites par les autorités compétentes, dispositions prises en matière de sécurité et de radioprotection, etc., ces documents rendent publiques et accessibles de nombreuses données. Y figurent aussi les principaux résultats des analyses menées sur l'environnement.



Retrouvez les rapports annuels sur [andra.fr/publications](http://andra.fr/publications)

## Des « live conférences » au centre de l'Andra

La crise de la Covid-19 faisant, le Centre de Meuse/Haute-Marne a dû revoir son programme d'information et de communication du printemps et de l'été. Les visites, interrompues à compter de mi-mars, ont repris selon des modalités adaptées. Du 6 juillet à fin août, l'Andra a accueilli, tous les jours de la semaine, des petits groupes de 9 personnes maximum pour présenter et échanger sur le projet Cigéo. Des animations sur le thème de la géologie ont également été organisées. Pour continuer à informer un large public sur le projet Cigéo, l'Andra a également lancé des conférences en ligne, diffusées en direct sur sa chaîne Youtube. Le 9 juillet, la première conférence a réuni 120 personnes. Une nouvelle conférence tournée depuis le Laboratoire est au programme en septembre et sera diffusée en direct. Pour voir ou revoir les conférences, rendez-vous sur [www.youtube.com/andrafr](http://www.youtube.com/andrafr)

Une visite virtuelle du Laboratoire sera également bientôt disponible sur [www.meusehautemarne.andra.fr](http://www.meusehautemarne.andra.fr)

## Cigéo: le cycle de concertations se poursuit

Début 2020 se sont tenues deux concertations, l'une au sujet de la mise en comptabilité des documents d'urbanisme, portée par le ministère de la Transition écologique, l'autre concernant le raccordement au réseau de transport d'électricité du projet Cigéo via l'implantation d'un poste électrique, organisée par RTE. Les bilans de ces deux concertations, toutes deux accompagnées par un garant nommé par la Commission nationale du débat public (CNDP), sont en ligne sur [meusehautemarne.andra.fr](http://meusehautemarne.andra.fr).

Le cycle de concertations reprendra cet automne sur différentes thématiques liées à l'aménagement de l'espace, l'environnement



et le cadre de vie. Les réunions à venir se tiendront dans le respect des recommandations sanitaires en vigueur.

Si vous êtes intéressé(e), faites-vous connaître à cette adresse: [concertation-cigeo@andra.fr](mailto:concertation-cigeo@andra.fr)

INTERVIEW

## Un 43<sup>e</sup> centre de secours pour la Meuse



**L'Andra et le service départemental d'incendie et de secours de la Meuse (SDIS 55) ont renouvelé en début d'année leur convention de prévention et de couverture des risques liés à l'exploitation du Laboratoire souterrain. Un partenariat « gagnant-gagnant ». Les explications de Vincent Toussaint, ingénieur sécurité à l'Andra et pompier volontaire.**

### Pourquoi ce partenariat entre l'Andra et le SDIS 55 ?

Dans un secteur rural comme le nôtre, le délai d'intervention des pompiers est important. De plus, la complexité des installations du Centre de l'Andra rendait l'intervention difficile pour des pompiers ne connaissant pas forcément le site. Au Laboratoire, les risques sont ceux d'un chantier souterrain. Nous mettons tout en œuvre pour diminuer le risque d'accident ou d'incendie mais, s'ils arrivent, cela demande de savoir



Séance d'entraînement.

évoluer dans un environnement complexe avec un équipement spécifique et des gestes adaptés. En parallèle, nous avons constaté que certains pompiers amenés à intervenir étaient des salariés de l'Andra volontaires dans des centres de secours voisins, qui pouvaient être en repos ou en congés à ce moment-là. Notre démarche a donc été pragmatique : permettre en cas de besoin aux salariés pompiers de réaliser leurs missions pour le SDIS 55 lorsqu'ils travaillent sur le site.

### En quoi ce partenariat améliore la sécurité du site ?

Il a permis de créer sur le site de l'Andra, un 43<sup>e</sup> centre de secours du SDIS 55, composé de personnes travaillant pour l'Andra ou le prestataire de gardiennage (à l'exception du chef du centre de secours). Aujourd'hui, nous comptons 52 pompiers volontaires sur le centre. Ici tous sont à leur poste de travail classique et changent de casquette s'il faut intervenir. Et c'est une vraie garantie d'efficacité, car ils connaissent bien les installations du Laboratoire souterrain. Outre la présence de ce personnel doublement compétent, la rigueur imposée pour intervenir sur le site de l'Andra a nécessité de former des binômes entre pompiers du SDIS extérieurs à l'Andra et salariés de l'Andra, de manière à améliorer les interventions en cas d'incendie, lesquelles demandent des effectifs importants. Cette convention associe également le SDIS de Haute-Marne (SDIS 52).

### Quel est l'intérêt pour le SDIS ?

C'est gagnant-gagnant. Nous bénéficions du savoir-faire du SDIS, qui assure la formation des salariés de l'Andra. En contrepartie, de nombreux salariés se sont formés comme pompiers

augmentant les effectifs du SDIS et améliorant la couverture des risques dans le secteur. L'Andra autorise également les pompiers salariés à intervenir à l'extérieur auprès de la population, en cas de carences dans les centres voisins. Ils peuvent donc être mobilisés en renfort sous commandement du SDIS dans le périmètre proche du Centre de l'Andra en Meuse/ Haute-Marne.

### Quelles raisons vous ont poussé à devenir pompier volontaire ?

Je suis entré dans cette démarche il y a très longtemps. J'ai commencé à 11 ans, aux jeunes sapeurs-pompiers et j'ai rejoint les pompiers volontaires dès 16 ans. Comme mes collègues, je voulais me mettre au service des autres et apprendre. Et le fait d'avoir mis en lumière ces compétences à l'Andra a permis de valoriser ceux qui comme moi ont une double casquette. Nous sommes heureux de pouvoir utiliser nos compétences dans le milieu professionnel. ●



# Crise sanitaire: comment le Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne s'est organisé

**Face à la crise sanitaire, l'Andra a été dans l'obligation de revoir ses activités sur sites et de fermer ses portes temporairement au public. Néanmoins, les équipes sont restées mobilisées pendant toute cette période.**

Dès l'annonce du confinement, les services informatiques se sont fortement mobilisés pour équiper le plus grand nombre de collaborateurs afin de leur permettre de poursuivre leurs missions en télétravail. L'activité opérationnelle sur site a, quant à elle, été considérablement ralentie, et les interventions physiques ont été stoppées dans le Laboratoire souterrain. Afin d'assurer une mise en sommeil sécurisée et efficace, plusieurs visites de contrôle ont eu lieu au cours des deux mois de confinement. Elles ont permis de s'assurer que toutes les installations étaient en sécurité. Quelques activités de terrain ont pu être maintenues, notamment pour les inventaires de la faune et de la flore (cf. article p.5).

## Reprise progressive

Après presque deux mois de mise en veille, les activités opérationnelles ont repris de manière progressive, dès le 11 mai conformément aux directives et recommandations gouvernementales, dans l'objectif de poursuivre le programme annuel d'essais technologiques et scientifiques.

La première semaine a été consacrée à la remise en fonctionnement des installations souterraines. Quelques activités extérieures, notamment forestières, ont également été déployées.

La reprise des chantiers importants (chantier 4, carreau de forçage, station atmosphérique à Houdelaincourt - cf. article p.4), s'est opérée à partir du 18 mai, seul

l'effectif d'encadrement et de support minimum associé aux activités opérationnelles était présent sur le site, le télétravail se poursuivant pour les activités tertiaires.

Un plan de reprise d'activité qui définit les règles de protection des salariés de l'Andra et des entreprises prestataires a accompagné cette étape post-confinement.

Depuis la mi-juin, un retour à la normale s'opère progressivement. Les visites des installations souterraines de l'Andra en Meuse/Haute-Marne restent suspendues; les espaces d'accueil sont ouverts au public et les visites guidées de surface et des animations sur le thème de la géologie sont proposées tous les jours sur inscription préalable afin de respecter les règles sanitaires en vigueur.

## Solidarité avec le territoire

En début de confinement, le Centre de Meuse/Haute-Marne (CMHM) a remis l'ensemble des masques



Équipés de masques, les salariés de l'Andra et les prestataires peuvent reprendre leurs activités.

“**L'Andra a réorienté son programme de parrainages pour soutenir des actions de solidarité au profit de son territoire d'accueil.**»

disponibles sur son site, ainsi que quelques équipements complémentaires, à l'agence régionale de santé Grand Est qui a pu les redistribuer au personnel médical. Ensuite, dans le contexte d'état d'urgence sanitaire consécutif à la pandémie, l'Andra a réorienté son programme de parrainages pour soutenir des actions de solidarité. Ainsi le CMHM a maintenu autant que possible un soutien financier à des associations locales.

Le centre a également mobilisé du budget pour aider certaines collectivités de proximité. Cette aide porte sur tout projet qui concourt à la réduction de la fracture numérique, fracture qui a pu être accentuée par la Covid-19 pour les personnes isolées et, plus généralement, sur toute démarche d'accompagnement des acteurs économiques, associatifs, médicaux, etc., fragilisés par la crise. ●



# Dans l'Aube: anticiper le stockage des futurs déchets de très faible activité

**Comment se préparer aux volumes de déchets radioactifs de très faible activité (TFA) à venir? Plusieurs solutions complémentaires sont envisagées. L'une d'entre-elles: l'augmentation de la capacité de stockage autorisée du Centre industriel d'entreposage, de regroupement et de stockage (Cires), dans l'Aube. Un projet nommé « Acaci » pour lequel l'Andra déposera un dossier de demande d'autorisation en 2022. Explications.**

**A** fin 2019, le Cires a atteint environ 61 % des 650 000 m<sup>3</sup> de sa capacité totale de stockage autorisée. Au regard des prévisions de livraisons de déchets TFA (gravats, ferrailles, terres, etc.) annoncées par les producteurs pour les années à venir, le centre devrait atteindre cette capacité totale de stockage autour de 2028/2029. Dans le même temps, « nous savons qu'entre 2 100 000 m<sup>3</sup> et 2 300 000 m<sup>3</sup> de déchets TFA vont être produits d'ici 2050-2060, rappelle Patrice Torres, le directeur des opérations industrielles de l'Andra. Or, le Cires qui accueille ces déchets depuis 2003 [dans des alvéoles de stockage en surface, creusées à quelques mètres de profondeur, ndr] ne suffira pas dans sa configuration actuelle à stocker les volumes à venir, même si des solutions de gestion alternatives, actuellement à l'étude, voyaient le jour ».

## **Le projet « Acaci » : une anticipation des volumes de déchets à stocker**

Une des solutions étudiées consiste à augmenter la capacité de stockage autorisée du Cires. Ce projet, nommé « Acaci » – pour Augmentation de la Capacité du Cires – viserait ainsi, sans faire évoluer la zone de stockage existante du site et tout en conservant son niveau de sûreté, à augmenter de près de 50 % ses capacités de stockage. Ce projet est envisageable grâce à l'optimisation du stockage au Cires depuis déjà plusieurs années. Les révisions de la conception des alvéoles et des dispositions de stockage ont en effet permis un gain de stockage de 56 % par rapport au concept initial. « Ce concept prévoyait de stocker les 650 000 m<sup>3</sup> de déchets autorisés sur trois zones. Grâce à ces optimisations, nous n'utiliserons que deux zones. La troisième sera donc

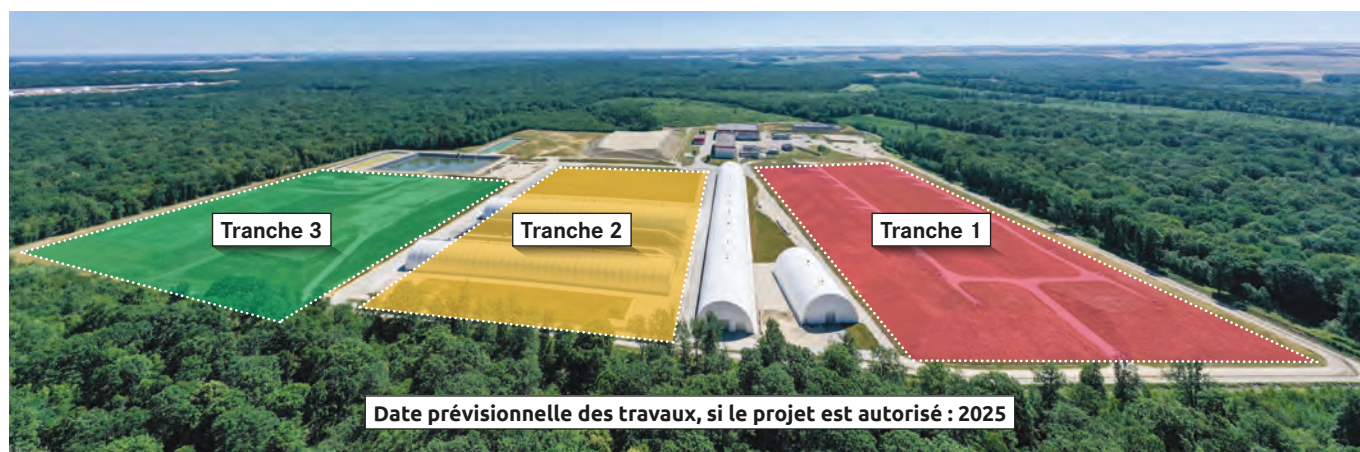
*libre et nous permettrait, si nous avons l'autorisation, de prendre en charge 250 000 m<sup>3</sup> à 280 000 m<sup>3</sup> de déchets supplémentaires, soit au total plus de 900 000 m<sup>3</sup> à superficie égale. »*

## **Des solutions complémentaires**

L'Andra travaille sur le projet Acaci depuis 2018. « Le PNGMDR\* 2016-2018 nous imposait de déposer une demande d'autorisation six ans avant que la capacité du centre ne soit atteinte (estimée en 2028) », précise le directeur. En attendant, les études et les étapes réglementaires liées à ce projet devront répondre à différents enjeux industriels, techniques, environnementaux et de dialogue avec les parties prenantes dont le public afin de poursuivre l'exploitation du Cires dans des conditions optimales.

*« Non seulement ce projet nous donnerait une dizaine d'années de capacité de stockage supplémentaires, mais il nous laisserait aussi plus de temps pour évaluer, parallèlement, la pertinence d'autres solutions de gestion de ces déchets, qu'il s'agisse de la construction d'un nouveau centre pour lequel nous menons des études pour la recherche d'un site sur le territoire de la communauté de communes de Vendevre-Soulaines, ou du stockage d'une partie des déchets TFA sur leurs sites de production, ou encore le recyclage d'une partie de ces déchets, en particulier métalliques. Il est important d'anticiper, mais aussi d'avancer pas à pas, en laissant le débat sur la gestion des déchets TFA ouvert aux décisions que pourraient prendre nos successeurs », conclut Patrice Torres. ●*

\*PNGMDR : Tous les trois ans, le Gouvernement et l'Autorité de sûreté nucléaire établissent un Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR). Cet outil de pilotage dresse le bilan des modes de gestion existants en France pour les matières et les déchets radioactifs, il recense les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage, et définit les orientations stratégiques.







## Les dessous du Labo

# 20 ans au cœur de l'argile

Destiné à étudier le stockage géologique des déchets radioactifs les plus dangereux dans des conditions les plus proches possible de la réalité, le Laboratoire souterrain de l'Andra en Meuse/Haute-Marne fête cette année ses 20 ans.

Depuis 2000, de nombreux sujets techniques ont été étudiés grâce à l'implication des équipes de l'Andra, du territoire et des partenaires locaux, nationaux et internationaux afin d'acquérir *in situ* les connaissances scientifiques et technologiques nécessaires à la conception du projet Cigéo.

Retour sur une infrastructure exceptionnelle au cœur de l'argile.

**P.12** Une aventure scientifique, technologique et humaine

**P.14** Des laboratoires souterrains en réseau à l'international

**P.15** 20 ans / 20 chiffres clés

**P.16** 20 ans de recherches et d'expérimentations

**P.18** Les femmes et les hommes du Labo

**P.19** Un lieu d'apprentissage et de culture scientifique pour tous

**P.20** Interview de Gérard Longuet: « La Meuse devait se réinventer »

# Une aventure scientifique, technologique et humaine

**Depuis 2000, le Laboratoire souterrain de l'Andra en Meuse/Haute-Marne ne cesse d'étendre son réseau de galeries à 490 mètres sous terre. Outil de recherche et d'expérimentation hors du commun, il contribue à préparer Cigéo, le projet de stockage géologique profond des déchets français les plus radioactifs et à vie longue.**

**David Mazoyer**  
Directeur du Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne



## Aux origines du Laboratoire

Dès 1991, l'Andra démarre ses recherches sur le stockage géologique profond, envisagé pour gérer durablement les déchets radioactifs de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL). Ces déchets étant très dangereux et pour très longtemps, le principe est de les stocker au cœur d'une roche (ici, la formation argileuse du Callovo-Oxfordien) qui forme une

barrière naturelle pendant des centaines de milliers d'années minimum : elle confine les éléments radioactifs et limite énormément leur déplacement. Pour étudier la roche argileuse *in situ*, en vue d'un stockage à l'échelle industrielle, le Laboratoire souterrain est officiellement créé, en 1999, sur la commune de Bure, à la limite de la Meuse et de la Haute-Marne. Il n'accueillera jamais de déchets radioactifs : c'est un outil d'études et de recherche conçu pour analyser la roche, la manière dont elle réagit avec le stockage et définir quels types d'infrastructures souterraines sont les mieux adaptés pour stocker les déchets. En 2000, les travaux commencent par le creusement des deux puits d'accès. En 2004, les ouvriers atteignent

la couche d'argile et construisent à - 445 m dans la partie supérieure de la couche, une première galerie de 40 m. Et quelques mois plus tard, les deux puits atteignent 490 m de profondeur, niveau principal du Laboratoire, qui correspond au milieu de l'épaisseur de la couche d'argile à cet endroit, où un réseau de galeries s'est développé depuis pour atteindre 2 km à ce jour.

## Au cœur de la roche

Les premières expérimentations portent avant tout sur la caractérisation de la roche. Alors qu'elle était jusque-là analysée uniquement en surface sur des échantillons prélevés lors de forages, les scientifiques peuvent désormais l'étudier « *in situ* » et sur de grandes surfaces.

En 2005, un dossier détaillé permet de conclure à la faisabilité d'un stockage géologique profond dans cette couche d'argile, confirmée par les évaluateurs. En 2006, le Parlement charge alors l'Andra de concevoir un centre de stockage à proximité du Laboratoire souterrain : c'est la naissance du projet qui sera nommé Cigéo.

**Une couche argileuse de 160 millions d'années (le Callovo-Oxfordien) d'une épaisseur moyenne de 140 m, située entre 420 m et 560 m de profondeur.**

## Un véritable site industriel

— Outil de recherche unique en son genre, le Laboratoire est une installation souterraine, comme il n'y en a quasiment plus en France en raison de la fermeture des mines. Le Laboratoire dispose de son propre poste de secours ainsi que d'un poste de commande centralisé, comme ce sera le cas dans Cigéo s'il est autorisé. C'est de là que sont opérées les installations de chauffage, de climatisation, d'éclairage, de détection de gaz, d'incendie... Aujourd'hui, les galeries souterraines accueillent jusqu'à 70 personnes simultanément, le Laboratoire fonctionnant en 3x8 du lundi au samedi matin.



Vue aérienne du Laboratoire souterrain du Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne (2020).



**Le saviez-vous?**

Depuis 2017, l'Andra et la société CMC disposent de plusieurs brevets sur des voussoirs dits compressibles. Les voussoirs sont des éléments courbes en béton préfabriqués utilisés dans de nombreux tunnels afin de soutenir la roche qui a tendance à converger après le creusement. Afin de limiter le chargement appliqué par la roche sur ces éléments préfabriqués, une couche compressible est ajoutée sur la surface externe du voussoir. Cette couche compressible contient de nombreux espaces vides qui vont absorber le chargement de la roche au fil du temps.

**Imaginer Cigéo**

Depuis, les études se sont poursuivies et permettent aujourd'hui d'avoir jusqu'à vingt ans de recul sur certaines mesures, effectuées dans les différentes conditions qui seraient rencontrées dans Cigéo (température, humidité, taux d'oxygène, etc.). Elles ont également permis de comprendre les interactions entre la roche et les matériaux du stockage tels que les aciers et les bétons utilisés dans la fabrication des colis de déchets, des galeries et des alvéoles de stockage, ainsi que le verre, qui est utilisé pour le conditionnement des déchets de haute activité.

“  
**Les études n'ont jamais cessé et permettent aujourd'hui d'avoir jusqu'à vingt ans de recul sur certaines mesures.**”

« Les expérimentations menées au Laboratoire se sont aussi concentrées sur la meilleure façon de concevoir un stockage géologique, opérationnel pour la centaine d'années d'exploitation, et sûr dès sa construction et après sa fermeture », indique David Mazoyer, directeur du Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne. Comment soutenir les galeries? Quelle technique pour creuser les alvéoles HA et MA-VL? Quels dispositifs de surveillance et de monitoring? >>

INTERVIEW

« Confronter les approches complémentaires pour consolider notre connaissance »



**Sarah Dewonck**

Directrice du département Laboratoire souterrain et directrice adjointe du Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne

**Le Laboratoire souterrain imaginé à la fin des années 1990 n'a pas grand-chose à voir avec le Laboratoire d'aujourd'hui, pourquoi?**

**Sarah Dewonck:** Effectivement, les plans et les plannings initiaux du Laboratoire souterrain ont évolué au fil du temps. Nous avons par exemple imaginé une galerie montante et une descendante, qui n'ont jamais vu le jour. À l'inverse, nous n'avions pas envisagé de creuser des galeries de 10 m de diamètre et de mettre en œuvre un tunnelier. Pourquoi? Parce que le projet Cigéo s'est affiné au fil des années et qu'on connaît avec plus de précisions aujourd'hui les dimensions des ouvrages. L'étude de l'industrialisation de Cigéo nous demande de réaliser des démonstrations dont les résultats amènent des optimisations et entraînent de nouvelles expérimentations. L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite également des essais complémentaires.

**Toutes ces expérimentations n'auraient-elles pu être menées dans un laboratoire « classique »?**

**S. D.:** Le Laboratoire souterrain s'inscrit dans un ensemble complet de travaux de recherche et développement, qui associe études d'échantillons de taille centimétrique, expérimentations *in situ*, études d'analogues naturels et modélisation numérique. C'est la complémentarité de ces différentes approches qui permet de valider et consolider la connaissance. Si on prend l'exemple de l'eau porale (eau présente dans la roche), les expérimentations *in situ* dans le Laboratoire souterrain ont permis d'affiner les modèles numériques.

**Y a-t-il eu beaucoup d'innovations au Laboratoire?**

**S. D.:** Le Laboratoire souterrain est une véritable machine à innovations. Ici, science et techniques avancent ensemble pour concevoir un centre de stockage qui n'existe encore nulle part ailleurs. Les enjeux sont donc nombreux et nous conduisent à être innovants, tant dans l'utilisation des matériaux que dans les modalités d'expérimentation, de tests et de monitoring.

>> Quels remblais et scellements pour fermer les galeries à la fin de la période d'exploitation? Chaque nouvel essai scientifique et/ou technologique est instrumenté afin que tout soit mesuré, ce qui allonge la durée des travaux, mais la préoccupation première n'est pas la vitesse de creusement. Différentes méthodes de creusement et types de revêtement des galeries ont été et continuent d'être testées, afin de définir, à terme, la meilleure configuration pour Cigéo. Si le premier démonstrateur d'alvéole HA (micro-tunnel de 60 cm de diamètre) ne faisait que 10 m de long, ceux d'aujourd'hui dépassent les 100 m!

**Préparer la demande d'autorisation de création**

Au fil des années, le Laboratoire joue de plus en plus son double rôle : approfondir les connaissances scientifiques sur le stockage géologique profond, mais également préparer, à une échelle industrielle, l'installation souterraine de Cigéo, dont le dossier de demande d'autorisation de création est en cours de préparation. « *Désormais, les équipements testés et les prototypes réalisés dans le Laboratoire se rapprochent de plus en plus de la réalité industrielle de Cigéo* », conclut David Mazoyer. ●

**Une infrastructure évolutive**

— Au fil des années, de nouveaux équipements techniques et scientifiques ont été implantés à côté du Laboratoire souterrain. L'Espace technologique à Saudron présente les travaux menés à l'Andra et les enjeux de la gestion des déchets radioactifs à travers une exposition des robots et prototypes. En 2012, l'Écothèque, composante de l'Observatoire pérenne de l'environnement (OPE), sort de terre. Elle permet de conserver à très basse température, dans des cuves cryogéniques, par surgélation ou à sec, différents échantillons de l'environnement recueillis sur le territoire.

**Des laboratoires souterrains en réseau à l'international**



**Il existe aujourd'hui une dizaine de laboratoires de recherche souterrains qui étudient le stockage géologique des déchets radioactifs dans le monde, et de nouveaux sont en préparation, notamment en Chine et en Russie. Autant d'occasions de collaborations scientifiques et techniques importantes pour l'Andra.**



**Émilie Huret**  
Adjointe au directeur de la recherche et développement de l'Andra

Connaissance fine de la roche et de son comportement, faisabilité de réalisation des installations souterraines, sûreté du stockage... Tous les pays travaillant sur le stockage géologique des déchets les plus radioactifs ont des problématiques communes et se retrouvent au sein de partenariats bilatéraux ou multilatéraux à l'échelle internationale. Parmi les plus anciennes collaborations, la plus marquante sur la durée est certainement celle qui lie, depuis presque vingt ans, l'Andra et son homologue suisse, la Nagra, au travers du laboratoire du Mont-Terri en Suisse. Creusé dans

le prolongement d'un tunnel autoroutier et ouvert depuis 1996, il a été conçu, dès son origine, pour le développement d'un vaste programme de recherche internationale. « *Même si l'environnement géologique et géographique est différent, les argiles à Opalinus du Mont-Terri ont des caractéristiques minéralogiques assez proches du Callovo-Oxfordien : les premières expérimentations menées sur les argiles à Opalinus ont permis d'obtenir un retour d'expérience et de connaissances significatif pour la mise en place d'essais dans notre Laboratoire souterrain depuis sa construction* », explique Émilie Huret, adjointe au directeur de la recherche et développement de l'Andra. « *Aujourd'hui cette collaboration se poursuit sur des sujets d'intérêt mutuel comme les techniques de réalisation des forages ou des dispositifs de surveillance comme la fibre optique.* »

L'expertise de l'Andra est internationalement reconnue, tant dans la connaissance des milieux argileux que dans la façon de concevoir un laboratoire souterrain et d'y mener des expérimentations. « *Depuis plusieurs années, nous accueillons nos homologues étrangers ponctuellement ou sur plusieurs mois dans le cadre de sessions de formation ou d'échanges techniques sur des outils de mesures et d'analyses. Récemment, nous avons accueilli plusieurs ingénieurs chinois et nos experts ont passé plusieurs semaines en Chine pour les accompagner dans la conception de leur propre laboratoire dans le granite* », précise Émilie Huret. Grâce à l'expérience acquise en vingt ans de travaux au Laboratoire souterrain, l'Andra est la plus avancée dans le stockage géologique en milieu argileux et dispose d'un véritable savoir-faire pour cette solution de stockage. ●

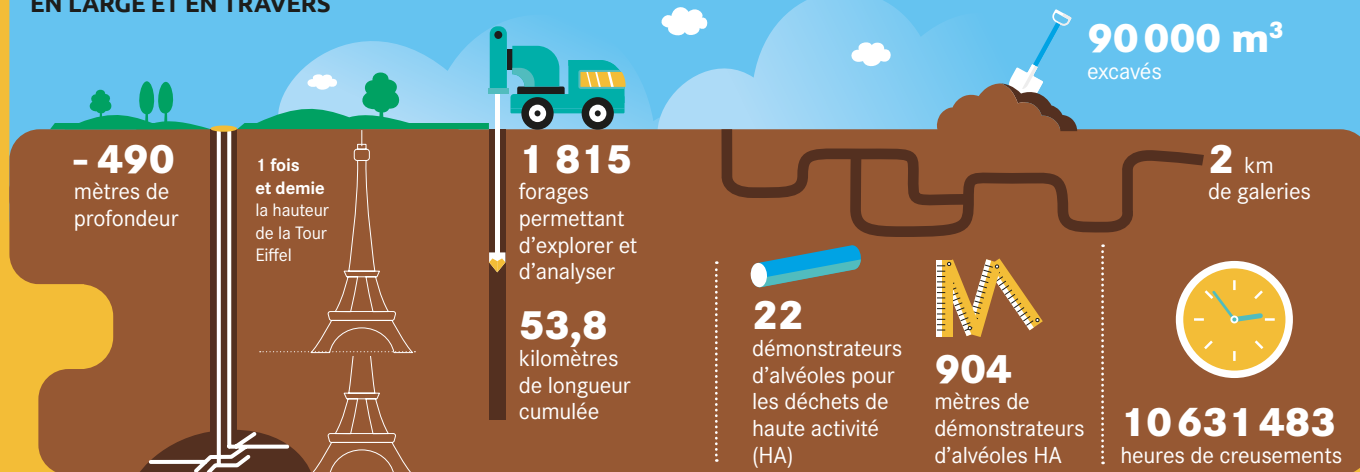


Laboratoire suisse du Mont-Terri.

# 20 ans / 20 chiffres clés

Depuis 2000, les expérimentations et essais n'ont cessé de se multiplier au Laboratoire souterrain, faisant de ce dernier une infrastructure scientifique unique et de premier ordre. Une « masse » de savoirs et savoir-faire qui se mesure en kilomètres de galeries, en milliers de mètres cubes de roche excavée, en dizaines d'expérimentations et en milliards de mesures recueillies...

## DES CREUSEMENTS EN LONG, EN LARGE ET EN TRAVERS



## UNE MASSE DE SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE TECHNOLOGIQUES ET SCIENTIFIQUES



**2,6 millions** de données collectées par jour

**5,85 milliards** de données collectées depuis les années 2000

**25 859** points de mesure dans la roche argileuse

## UNE INFRASTRUCTURE « PRÉ-INDUSTRIELLE »



**70** personnes maximum au Laboratoire simultanément (hors restrictions Covid-19)



**21 500** allers-retours en ascenseurs par an



**163 km** linéaires de câbles



**1 636** cintres métalliques



**248** voussoirs

Les cintres et les voussoirs sont des éléments préfabriqués qui soutiennent les galeries du Laboratoire souterrain



**17 hectares** de superficie (en surface)

## UN LABORATOIRE SOUTERRAIN OUVERT SUR LE MONDE



**30 459** visiteurs descendus dans le Laboratoire souterrain depuis 2000



dont **1 500** visiteurs étrangers

## UN VECTEUR DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE



**61,7 millions €** de budget pour le Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne en 2019



**20 millions €** d'achats locaux en 2019 (commandes aux entreprises de Meuse, Haute-Marne, Aube et Manche)

# 20 ans de recherches et d'expérimentations

Mécanique, thermique, chimie, hydraulique... en vingt ans, la grande variété des recherches et des expérimentations menées au Laboratoire souterrain a permis de démontrer la faisabilité du stockage profond et de bien connaître la roche argileuse et ses propriétés, puis de nourrir les études de conception de Cigéo et plus largement, de faire avancer la science. Retour en images.



Grâce à cette sonde chauffante, le démonstrateur d'alvéole HA est monté en température par paliers jusqu'à 100 °C et plus, ce qui permet d'étudier l'élévation de température sur le tubage en acier ainsi que sur la roche environnante.

## Des radionucléides sous confinement

La grande majorité des éléments radioactifs (appelés radionucléides) contenus dans les déchets HA et MA-VL resteront confinés dans le stockage ou dans la roche argileuse en champ proche des ouvrages souterrains (alvéoles de stockage). Seuls quelques radionucléides, mobiles et à vie longue, comme l'iode 129 ou le chlore 36, pourront migrer dans la roche, mais de manière lente et diluée, par diffusion. Les propriétés remarquables du Callovo-Oxfordien en termes de confinement ou de limitation de la migration des radionucléides, démontrées par des travaux sur échantillons de roche carottée, sont à l'origine du choix de cette roche. Depuis la création du Laboratoire souterrain, des expérimentations sont menées, *in situ*, avec des traceurs faiblement radioactifs, représentatifs des radionucléides. Objectif : approfondir et conforter les résultats acquis en laboratoire de surface et évaluer précisément et sur des temps longs le confinement ou la migration des radionucléides (c'est-à-dire leur déplacement à travers la roche). Des essais qui contribuent à démontrer la sûreté de Cigéo et sa capacité à confiner la radioactivité, sur le très long terme.

### DISCIPLINES ASSOCIÉES

HYDROGÉOCHIMIE, RADIOCHIMIE, TRANSFERT DE SOLUTÉS EN MILIEU POREUX

## Contrôler les dégagements de chaleur

Les déchets radioactifs de haute activité (HA) destinés à être stockés dans Cigéo dégageront de la chaleur. Ce dégagement diminue avec le temps et c'est pourquoi ce n'est qu'après plusieurs années d'entreposage que les déchets HA les plus chauds pourraient être stockés dans Cigéo. Comment la roche réagira-t-elle à l'augmentation de la température ? Pour y répondre, des sondes chauffantes ont été placées dans des forages pour vérifier que les propriétés de la roche restent inchangées. Par la suite, ces essais ont été réalisés dans un démonstrateur d'alvéole HA à taille réelle afin de mesurer l'évolution de la température et de la pression d'eau dans la roche ainsi que les déformations de la roche, et du chemisage (tube en acier placé à l'intérieur de l'alvéole). Autant d'informations importantes pour optimiser les caractéristiques techniques des alvéoles HA et déterminer leur espacement dans Cigéo, en assurant un écartement suffisant entre les alvéoles afin que la température au sein de la roche ne dépasse jamais 90 °C (limite retenue par l'Andra à ce stade).

### DISCIPLINES ASSOCIÉES

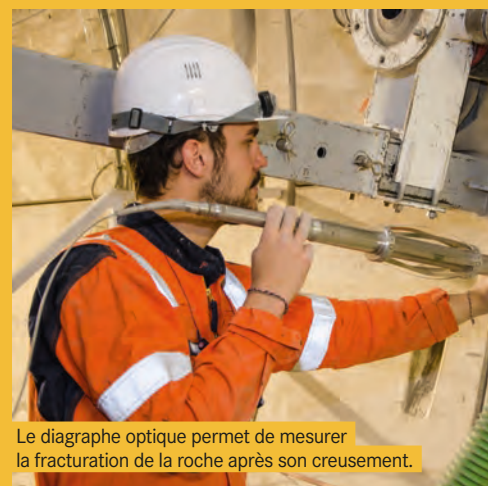
THERMIQUE, HYDROGÉOLOGIE, INGÉNIERIE

## Des galeries et alvéoles bien soutenues

Lors du creusement d'un ouvrage souterrain, apparaît un phénomène appelé convergence : la roche se déforme et a tendance à refermer très lentement l'ouvrage. Les expérimentations menées au Laboratoire souterrain ont permis de mesurer cette convergence au dixième de millimètre près. Ainsi, elle évolue principalement en fonction des directions de creusement de l'ouvrage dans la roche et des modalités de mise en place des soutènements. Pour limiter la mise en charge des ouvrages souterrains et les sécuriser, différentes méthodes de soutènement ont ainsi été testées : bétons projetés, cintres métalliques, arcs en béton préfabriqués appelés voussoirs (rigides et compressibles)... Ces nombreux essais permettent aux ingénieurs de choisir les méthodes de creusement et de soutènement les mieux adaptées à la fonction de chaque type d'ouvrage souterrain (galeries, alvéoles de stockage).

### DISCIPLINES ASSOCIÉES

MÉCANIQUE ET HYDRAULIQUE DES ROCHES, MÉCANIQUE DES MATÉRIAUX, INGÉNIERIE



Le dilatomètre optique permet de mesurer la fracturation de la roche après son creusement.





Mesure de la déformation de la paroi de la roche dans un démonstrateur d'alvéole HA à l'aide de cannes de convergence.

## Alvéoles HA: une multitude de démonstrateurs

Dans Cigéo, les colis de déchets radioactifs de haute activité seront stockés dans des alvéoles spécifiques, microtunnels de 60 cm de diamètre et d'au moins 80 m de long. Un tubage en acier y sera inséré (chemisage) pour introduire et éventuellement retirer des colis pendant toute la durée de l'exploitation, de l'ordre du siècle (dans le cadre de la réversibilité, prévue par la loi). Au fur et à mesure des essais menés au Laboratoire souterrain, la conception des ouvrages d'alvéoles HA a évolué, en particulier par l'introduction d'un coulis de ciment entre la roche et le tubage afin de limiter la corrosion de ce dernier. Plusieurs centaines de capteurs ont été installés sur les démonstrateurs: ils suivent notamment les déformations du chemisage et la composition de l'atmosphère. Autant de données qui permettent de prédire l'évolution à long terme des alvéoles, à l'aide des modèles numériques.

### DISCIPLINES ASSOCIÉES

MÉCANIQUE DES ROCHES ET DES MATÉRIAUX, CORROSION DES ACIERS, INGÉNIEURIE

## Un laboratoire très instrumenté

Chaque expérimentation au Laboratoire souterrain comporte de multiples mesures, acquises grâce à des capteurs toujours plus performants. Température, pression de l'eau, contraintes et déformations de la roche... Ces capteurs seront essentiels pour assurer la surveillance de Cigéo. Formidable outil pour tester des technologies de capteurs, domaine qui évolue rapidement (miniaturisation, méthodes de communication, composants électroniques...), le Laboratoire souterrain contribue également, pour l'Andra, à concevoir et éprouver la stratégie de surveillance de Cigéo, avec des composants robustes, économes en énergie et répartis de façon optimale.

### DISCIPLINES ASSOCIÉES

MÉTÉOROLOGIE, ÉLECTRONIQUE, OPTIQUE, INFORMATIQUE, TRAITEMENT DES DONNÉES



Démonstrateur d'alvéole HA.



## Choisir les bons matériaux en étudiant leur évolution au cours du temps

Matrices de verre des déchets HA, aciers des tubages des alvéoles HA, bentonite utilisée pour les scellements, bétons... Comment interagissent les différents matériaux qui vont être utilisés dans Cigéo? Au cours des années, ils subiront corrosion, dégradation ou dissolution. Tous ces processus très lents font l'objet de nombreuses expérimentations, dont certaines durent depuis plus de dix ans. Elles permettent de s'assurer de la durabilité des matériaux qui conditionnent la longévité des installations. Elles contribuent également à préciser à quel moment, à très long terme, les radionucléides des déchets HA commenceront à migrer vers la roche.

### DISCIPLINES ASSOCIÉES

CHIMIE, TRANSFERT DE SOLUTÉS EN MILIEU POREUX, GÉOCHIMIE, CHIMIE DES MATÉRIAUX



## Des fermetures étanches

Afin de protéger l'Homme et l'environnement des déchets radioactifs sur le très long terme, Cigéo doit être refermé et scellé une fois tous les colis stockés. Pour réaliser les scellements, il est prévu d'utiliser un matériau argileux, la bentonite. En effet, cette dernière gonfle au contact de l'eau pour former des bouchons étanches. Pour vérifier cela, de nombreux essais ont été menés, d'abord sur de petits forages de quelques centimètres de diamètre jusqu'à un démonstrateur de grande taille. Ces essais permettent de mesurer la vitesse à laquelle la bentonite se saturera en absorbant lentement l'eau de la roche, et de tester l'étanchéité de ces bouchons.

### DISCIPLINES ASSOCIÉES

HYDRAULIQUE, MÉCANIQUE DES ROCHES



# Les femmes et les hommes du Labo

Creuser les galeries, assurer la maintenance des équipements, coordonner les équipes... Autant de métiers essentiels aux missions du Laboratoire souterrain. Rencontre avec quelques passionnés.



## Éric Van Speybroeck sait tout réparer

Éric Van Speybroeck travaille pour Endel qui est en charge de la maintenance du Laboratoire pour l'Andra depuis 2004.

« Quand je suis arrivé dans l'équipe de maintenance, nous étions en train de creuser les deux puits qui avaient déjà atteint 300 m de profondeur. Je surveillais et je réparais les machines utilisées par les ouvriers: les pompes, les nacelles, les réserves d'eau et d'air. Les conditions de travail étaient difficiles, c'était étroit. Elles sont devenues beaucoup plus confortables par la suite. Je suis passé chef d'équipe et aujourd'hui, je suis technicien des méthodes. J'organise la maintenance des ascenseurs, des pompes, des ventilations ainsi que des petits équipements des bureaux. Mais il m'arrive encore de faire des remplacements au fond. Pour moi, travailler au Laboratoire a été une véritable opportunité, j'y ai beaucoup appris! »

## Fabien Vincent creuse inlassablement

Depuis 2003, Fabien Vincent a passé treize ans au Laboratoire souterrain. Il est actuellement chef de poste chez Eiffage, chargé de creuser les galeries pour le compte de l'Andra.

« Depuis dix ans, je suis de tous les creusements. Je dirige une équipe d'une dizaine de personnes. Quand une galerie est creusée, il y a toujours deux équipes au fond, qui se relayent en "trois huit" toute la semaine. J'assure la liaison entre les deux équipes ainsi qu'avec les collègues en surface si nous avons besoin de matériel. J'aime être au fond. Le métier n'est pas très compliqué mais il faut être méthodique et vigilant. C'est passionnant car on découvre plein de techniques, on discute avec les scientifiques qui nous expliquent pourquoi ils font tel ou tel sondage. Même si nous travaillons dans des métiers et des entreprises différentes, il y a une vraie solidarité. C'est un chantier unique car ce n'est pas la vitesse d'exécution qui nous guide, mais la précision et la qualité. Ici, j'ai l'impression d'être utile. »

## Jessica Le Puth joue les chefs d'orchestre

Au Laboratoire souterrain, tout le monde connaît Jessica Le Puth qui a coordonné les travaux scientifiques pendant huit ans avant d'être responsable du creusement des démonstrateurs d'alvéoles destinées au stockage des déchets de haute activité (alvéoles HA) depuis 2019.

« Jusqu'en 2019, je faisais un travail d'interface avec tous les services du Laboratoire afin d'aider les expérimentateurs. S'ils avaient par exemple besoin d'un forage, il fallait coordonner les entreprises qui allaient intervenir, tout en prenant en compte les autres activités du Laboratoire dans le respect des consignes de sécurité. Cela implique de comprendre les tenants et les aboutissants des expérimentations. Je m'occupe désormais du creusement des alvéoles HA, et je continue de participer et organiser des réunions, gérer les contrats des entreprises, rendre compte du déroulement des travaux... mais j'interviens également dès la phase de préparation. Nos travaux se déroulent par campagnes, qui durent généralement deux à trois mois. Pendant ces périodes, je suis tout le temps dans le Laboratoire. Ici, j'ai découvert le monde des travaux souterrains avec des missions passionnantes, en relation avec les chercheurs et toutes sortes de métiers. Moi qui déteste la spéléo, je me sens très à l'aise dans le Laboratoire, mais il ne faut jamais oublier qu'on est à 500 m sous terre. »



Visite en groupe du Laboratoire souterrain.

## Un lieu d'apprentissage et de culture scientifique pour tous

**Le Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne et son Laboratoire souterrain sont aussi des lieux d'accès à la culture scientifique et de formation professionnelle à l'environnement souterrain.**

**P**our donner à tous les publics la possibilité de mieux comprendre les enjeux de la gestion des déchets radioactifs, l'Andra ouvre régulièrement les portes de ses sites. Conférences, expositions et animations sont régulièrement organisées en Meuse/Haute-Marne, sur des thématiques scientifiques : géologie, archéologie, environnement, volcanologie, etc.

En 2019, près de 12 000 personnes ont franchi les portes du Centre de Meuse/Haute-Marne pour une visite du Laboratoire souterrain et/ou des expositions proposées à l'Espace technologique ou à l'Écothèque. La dernière exposition en date, « Voyage dans le système solaire et au-delà », a rencontré un franc succès avec plus

de 4 500 visiteurs. « *Au fil du temps, nous sommes devenus un lieu de culture scientifique et technique, conformément à notre mission définie par la loi, et dans un territoire où ce type d'offre n'existait pas* », note Marielle Girard, chargée de communication. Créés par l'Andra ou organisés en collaboration avec

“  
**Au fil du temps, nous sommes devenus un lieu de culture scientifique et technique, dans un territoire où ce type d'offre n'existait pas.**”

des organismes prestigieux, comme la galerie Eurêka de Chambéry ou le Quai des savoirs de Toulouse, ces événements attirent un public familial et plus particulièrement scolaire. « *Toutes nos expositions sont conçues pour le grand public à partir de 8 ans... Et nous accueillons aussi régulièrement les lycées et les collégiens de Meuse et de Haute-Marne.* »

### Se former au cœur du Laboratoire souterrain

Les professionnels des travaux souterrains ou de la prévention/sécurité ne sont pas en reste. Le Pôle de compétences en environnement souterrain (PoCES), piloté par l'école des Mines de Nancy et l'École nationale supérieure de géologie de Nancy (ENSG), pour le compte de l'Université de Lorraine et en partenariat avec l'Andra, le territoire des Portes de Meuse et le GIP Objectif Meuse, propose des formations continues adaptées aux spécificités de l'environnement souterrain. Leurs particularités : alterner théorie et pratique, grâce à la mise à disposition des galeries du Laboratoire souterrain par l'Andra. Ingénieurs et techniciens (Eiffage, Demathieu Bard, SNCF, Orano, BRGM, Andra), industriels (PLACO), mais aussi agents des services de secours, viennent s'initier ou se perfectionner au milieu souterrain. C'est le cas de Ludovic Germond. Responsable prévention pour l'entreprise du Grand Est Demathieu Bard Construction, il travaille sur le chantier RATP de prolongement de la ligne 11. « *Dans le cadre d'un stage avec le PoCES, j'ai pu recevoir une formation de trois jours très complète à travers laquelle j'ai acquis une vision globale du travail en milieu souterrain, et des compétences plus larges en géologie ou en géotechnique. La visite du Laboratoire de l'Andra, à - 500 mètres, nous permet de visualiser en conditions réelles les bonnes pratiques à mettre en œuvre, notamment en matière de risques incendie.* » Depuis son lancement en 2017, le PoCES a réalisé 11 modules de formation et formé près de 70 stagiaires. ●

INTERVIEW

## « La Meuse devait se réinventer »



**Député puis sénateur de la Meuse et plusieurs fois élu en Lorraine, Gérard Longuet revient sur l'histoire de l'installation du Laboratoire souterrain de l'Andra en Meuse/ Haute-Marne et sur ses bénéfices pour le territoire.**

### **Le Laboratoire souterrain de l'Andra fête ses vingt ans d'activité. Comment avez-vous accueilli ce projet à l'époque ?**

La Meuse est un département historiquement agricole et industriel, mais son capital industriel est largement tributaire des savoir-faire du XIX<sup>e</sup> siècle. Au XX<sup>e</sup> siècle, si l'agriculture s'est parfaitement maintenue, les activités plus traditionnelles comme la métallurgie, le travail du bois, le textile, ont progressivement disparu. Il fallait que la Meuse se réinvente et pour cela, qu'elle soit associée à des activités nouvelles.

Lorsque j'ai appris pour la première fois la nécessité en France de mettre en œuvre la loi Bataille et de réaliser un laboratoire d'étude sur le stockage en couche géologique profonde des déchets radioactifs HA et MA-VL\*, j'y ai tout de suite été très favorable. Être rattaché à une filière d'excellence, durable et à vocation mondiale comme l'électronucléaire était une chance pour le département. Il y avait cependant deux préalables à cette ambition : premièrement, bien sûr, que la géologie permette l'installation

du laboratoire; deuxièmement, que nos entreprises soient étroitement associées au projet et que les grands acteurs de la filière (EDF, CEA, Framatome, Orano) jouent le jeu, et s'installent dans le département.

### **Cet objectif a-t-il été atteint ? Selon vous, le Laboratoire de l'Andra a-t-il bénéficié au territoire ?**

La réponse est deux fois oui. D'abord, les études géologiques ont lentement mais sûrement fait la démonstration de la légitimité du projet de stockage, devenu Cigéo. En 2000, la Meuse accueillait pour la première fois une activité complètement moderne au bénéfice d'un secteur à très haut contenu technologique et scientifique. À côté des métiers du bâtiment et des travaux publics, du génie civil souterrain, de maintenance, d'entretien ou de gardiennage liés à tous sites de ce type... des emplois d'ingénierie de haut niveau ont également pu s'implanter. En termes de développement économique, le fonctionnement du Laboratoire, l'implantation des sites d'activités d'EDF, du CEA ou d'Orano irriguent désormais l'économie locale, même si les partenariats avec les grands donneurs d'ordre doivent être prolongés et entretenus. Enfin, grâce au Laboratoire souterrain, la Meuse apparaît sous un jour nouveau



“  
**Mon second vœu : que le Laboratoire continue d'exister, non pas comme un élément du centre de stockage mais comme un outil de référence pour l'étude et la recherche.**”

valorisant les savoir-faire lorrains et la grande culture scientifique de la région. L'Université de Lorraine ou l'école des Mines de Nancy y ont été largement associées et le seront, je l'espère, plus encore...

### **Quels vœux formez-vous pour l'avenir du Laboratoire ?**

Le premier concerne la décision de réaliser le projet Cigéo le plus rapidement possible. Les procédures sont très longues et il le faut, mais un certain nombre de partenaires privés ne s'intéresseront à la Meuse que lorsque le projet sera matériellement engagé. Mon second vœu : que le Laboratoire continue d'exister, non pas comme un élément du centre de stockage mais comme un outil de référence pour l'étude et la recherche sur le difficile sujet de la gestion des déchets radioactifs de haute activité. C'est un sujet commun aux nombreux pays engagés ou qui s'engageront prochainement dans la filière électronucléaire. C'est pourquoi je souhaiterais que ce laboratoire devienne un centre de compétences de pointe où les experts internationaux peuvent se former en s'appuyant sur le savoir-faire accumulé en Meuse et en Haute Marne. Ce serait une vraie fierté. ●

\* Haute activité et moyenne activité à vie longue

— PORTRAITS —

## « Les chevaliers blancs » des sites pollués par la radioactivité

**Pas de montures, ni d'armures pour ces deux chevaliers... mais des masques et parfois des combinaisons blanches à enfiler pour aller sur les chantiers.**

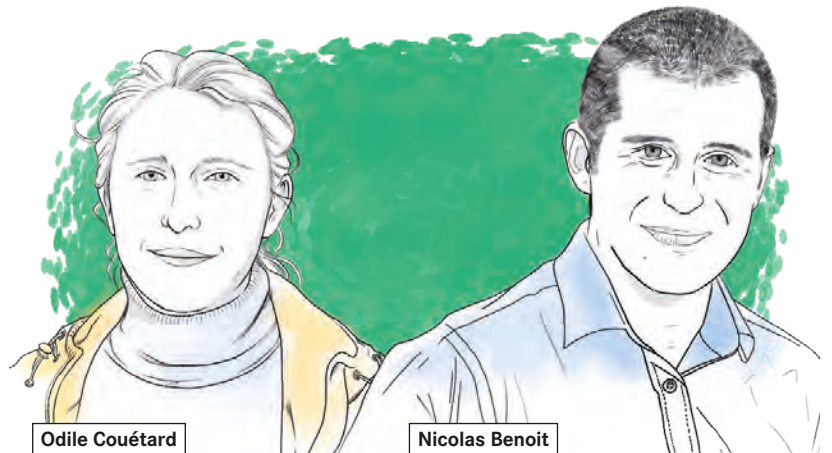
À l'Andra, Odile Couétard et Nicolas Benoit sont en charge d'une mission de service public : l'assainissement des sites pollués par la radioactivité. D'anciens sites industriels abandonnés dont les responsables ont disparu, mais aussi des maisons ou des appartements habités qui ont un jour abrité une activité utilisant du radium, ou cachant des objets radioactifs transmis de génération en génération... Si la « folle époque du radium » est bien révolue, elle a laissé des traces radioactives.

### Chasseurs de radioactivité

« Nous entrons en scène lorsque l'ASN et l'IRSN identifient un site et confirment la présence de radioactivité », explique Nicolas Benoit. Le rôle de l'Andra : évaluer l'étendue de la pollution, déterminer le meilleur scénario d'assainissement, son coût, puis assurer le suivi du chantier, jusqu'à la prise en charge des déchets et la remise en état des lieux. Radioprotectionnistes, collectivités territoriales, autorités de sûreté, associations de défense de l'environnement, juristes, etc., ces opérations complexes font intervenir une multitude d'acteurs : « Nous mobilisons une grande diversité de compétences internes et externes à l'Andra, mais le bon déroulement du chantier repose entièrement sur nous. »

### La pédagogie avant tout

Technicien et chef d'orchestre, le chef de projet assainissement est aussi un professionnel de terrain. Odile Couétard intervient sur des bâtiments occupés dont le propriétaire actuel n'est pas responsable de la pollution. « Je n'aurais jamais imaginé piloter ce type d'opérations. Vous passez la porte d'un appartement et vous êtes sur le chantier ! » Dans la grande majorité des cas, la présence de radioactivité n'expose pas les habitants à un risque sanitaire. Elle peut néanmoins nécessiter de reloger ses habitants. « Mettre en confiance, expliquer est une étape indispensable », souligne Odile Couétard. D'autant qu'une opération peut durer des mois, voire des années, entre la préparation, le chantier, le contrôle des autorités de sûreté, puis la remise en état des lieux...



Odile Couétard

Nicolas Benoit



**Pour comprendre l'origine d'une pollution, nous marchons sur les traces de Marie Curie... On découvre souvent des histoires fascinantes. »**

### Remonter le temps

Les deux chefs de projet interviennent aussi lorsque des particuliers découvrent chez eux un objet radioactif dont ils ignoraient l'existence... et le danger potentiel. « Nous arrivons pour les secourir, en « chevaliers blancs » de la radioactivité ! », s'amuse Nicolas Benoit. Parfois, une opération de dépollution se transforme en enquête historique. « Pour comprendre l'origine d'une pollution, nous marchons sur les traces de Marie Curie... On découvre souvent des histoires fascinantes. » Au quotidien, Odile Couétard et Nicolas Benoit forment un duo complémentaire. Leur expertise scientifique est la base incontournable de leur métier, mais tous deux soulignent l'importance des relations humaines dans l'exercice de leur profession. « Nous faisons avant tout un métier d'intérêt général », rappelle Odile Couétard. « D'ailleurs, la plus belle chose qu'on puisse nous dire à la fin d'un chantier... c'est merci », conclut Nicolas Benoit. ●



Portrait à retrouver sur : <https://bit.ly/32EMgTg>

## Les « années folles du radium »

— Après sa découverte à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la radioactivité, perçue comme bienfaitrice, suscite un vif intérêt dans l'entre-deux-guerres. Cet engouement s'est traduit par le développement d'une industrie du radium, dans les secteurs médical, des cosmétiques ou de l'horlogerie. Il prend fin lorsque les dangers de la radioactivité sont reconnus, et l'utilisation du radium interdite.

# Les abeilles font le miel de l'Observatoire pérenne de l'environnement

**Pour étudier la végétation et son évolution sur 240 km<sup>2</sup> autour de son Centre de Meuse/Haute-Marne, l'Andra fait appel à des enquêtrices un peu particulières: les abeilles.**

Eau, air, faune, flore... avant même sa construction, tout l'environnement du projet de stockage profond de déchets radioactifs Cigéo est étudié de près à l'Observatoire pérenne de l'environnement (OPE). Mais ce territoire est vaste et il s'agit d'avoir une vue détaillée sur chaque écosystème, espèce ou individu. Alors, depuis 2011, l'Andra s'est adjoint les services d'une armée d'observatrices aussi minutieuses que précieuses, les abeilles.

Avec l'aide de Paul Schweitzer, le directeur du Centre d'études techniques apicoles Moselle-Lorraine (CETAM-Lorraine), qui accompagne l'Andra depuis plus de dix ans, l'équipe de l'OPE s'est formée et équipée. Entre 2011 et 2015, cinq ruches ont été installées dont quatre sont munies de capteurs (température, humidité, comptage des entrées et sorties des abeilles) qui complètent les échantillons de miel et de pollens recueillis sur place. La cinquième possède des parties vitrées afin

de permettre aux visiteurs de l'Écothèque\* de découvrir la vie de la colonie.

« Nous avons placé les ruches dans des milieux différents et nous récoltons de nombreuses données utiles sur l'environnement telles que les espèces végétales présentes et leur date d'apparition, qu'il faut maintenant analyser et recouper avec les autres informations que nous recueillons sur la météorologie, la qualité de l'air et des sols, etc. », explique Jean-Patrick Verron, responsable technique de l'Écothèque.

## Une surveillance de longue haleine

« Nous travaillons également en collaboration avec les apiculteurs du territoire. Les populations d'abeilles et le miel sont des marqueurs globaux de l'environnement. Après presque dix ans d'observations, nous avons constaté l'absence de dépérissement des populations, ce qui est un indicateur qualitatif d'un bon état de l'environnement. Mais ce n'est juste qu'un début. Nous suivons sur plusieurs dizaines d'années grâce aux abeilles l'évolution de la flore, des pratiques agricoles,

ou par comparaison avec les données récoltées au fur et à mesure du temps, les éventuelles évolutions liées à la construction de Cigéo, si celui-ci est autorisé. » ●



## Des visites régulières

Combinaisons, gants, enfumoirs... Natacha Arnould, Sophie Bernard et Frédérique César, toutes trois techniciennes à l'OPE, doivent s'équiper pour inspecter les ruches, accompagnées du CETAM. Programmées toutes les deux à trois semaines de mars à octobre, ces visites sont plus ou moins approfondies en fonction des conditions météo. Quand tout est calme, l'équipe ouvre le couvercle, sort quelques cadres pour vérifier visuellement l'état de santé des abeilles, des larves et des œufs, pour s'assurer qu'il n'y a pas de mycoses ou d'acariens et que les abeilles stockent suffisamment de provision de miel et de pollens. En fin de saison, les techniciennes nourrissent les abeilles pour qu'elles survivent à l'hiver.

\* Bâtiment où sont préparés et conservés les échantillons environnementaux prélevés dans le cadre de l'OPE.

## Nectar et pollens, deux sources de nourriture pour les abeilles

— Quand elles butinent, les abeilles ingèrent le nectar, jus sucré qu'elles récoltent au fond des corolles des fleurs. En même temps, elles se frottent aux pollens qu'elles transportent de fleur en fleur, assurant ainsi la « pollinisation » indispensable à la reproduction des plantes. Le nectar leur apporte des glucides. Mais comme nous, les abeilles ont besoin de protéines et de lipides, surtout en début de vie. Où les trouvent-elles? Dans les pollens dont elles rapportent à la ruche des petites pelotes entre leurs pattes, qu'elles déposent dans les alvéoles afin de nourrir les larves.



## Récolte des pollens

Tous les quinze jours, de mars à septembre, une grille est installée durant une douzaine d'heures devant les quatre ruches instrumentées. Les trous sont si petits que seules les abeilles peuvent passer, les obligeant à abandonner leurs pelotes de pollens, qui tombent dans une trappe. Une fois triés et nettoyés, les pollens sont analysés par le CETAM et révèlent les espèces de plantes visitées au cours de la journée. Chaque saison permet ainsi de récupérer environ 300 grammes de pollens par ruche. Ces échantillons sont ensuite mis en flacons, puis conservés à l'Écothèque en conditions cryogéniques.



## 45 kg de miel produit en 2019

Deux à trois fois par an, le miel des cinq ruches est récolté. La couleur, l'humidité, la teneur en sucre, les enzymes, les pollens présents... donnent des informations sur la composition florale du miel et donc sur les plantes butinées par les abeilles. Au-delà des échantillons qui sont analysés par le CETAM et conservés à l'Écothèque, ce sont plusieurs dizaines de kilos de miel qui sont produits chaque année sur place à l'Andra... et qui régaleront les amateurs parmi les salariés!



### — Pointdevue

**Paul Schweitzer** est le directeur du Centre d'études techniques apicoles de Moselle-Lorraine (CETAM-Lorraine). Spécialiste mondial des abeilles, il accompagne l'Andra dans la gestion des ruches de l'OPE et l'analyse des matrices apicoles (miel, pollen, abeilles, etc.).

*« À la fois animaux domestiques dont nous exploitons le miel et animaux sauvages, les abeilles sont des auxiliaires d'observation exceptionnelles. Grâce aux pollens qu'elles récoltent et au miel qu'elles produisent, elles nous apportent des informations sur la flore que l'on ne pourrait pas obtenir autrement. Même si elles n'en reflètent pas toute la variété, car elles ne butinent pas toutes les espèces, elles sont essentielles pour comprendre l'évolution de l'environnement. »*



## Des populations d'abeilles qui évoluent

Une fois par an, une centaine d'abeilles sont prélevées sur chaque ruche. En observant de très près leurs ailes et leur corps, le CETAM peut déterminer le niveau d'hybridation dans chaque ruche. En effet, comme la reine est fécondée par plusieurs mâles venant d'autres colonies, différentes races se mélangent au sein d'une même ruche. À l'OPE, l'abeille noire traditionnelle de la région est de plus en plus métissée avec la Buckfast, une abeille hybride créée par un moine anglais au XX<sup>e</sup> siècle. Les abeilles ainsi prélevées sont cryogénisées et conservées à l'Écothèque.

### Le saviez-vous?



— Avez-vous remarqué que le miel de tilleul sent la menthe?

C'est parce que le nectar produit dans les fleurs de tilleul contient du menthol. Mais, ironiquement, le miel de menthe, lui, ne sent pas la menthe. Pourquoi? Parce que les molécules de menthol ne sont présentes que dans les feuilles, que les abeilles ne butinent pas.



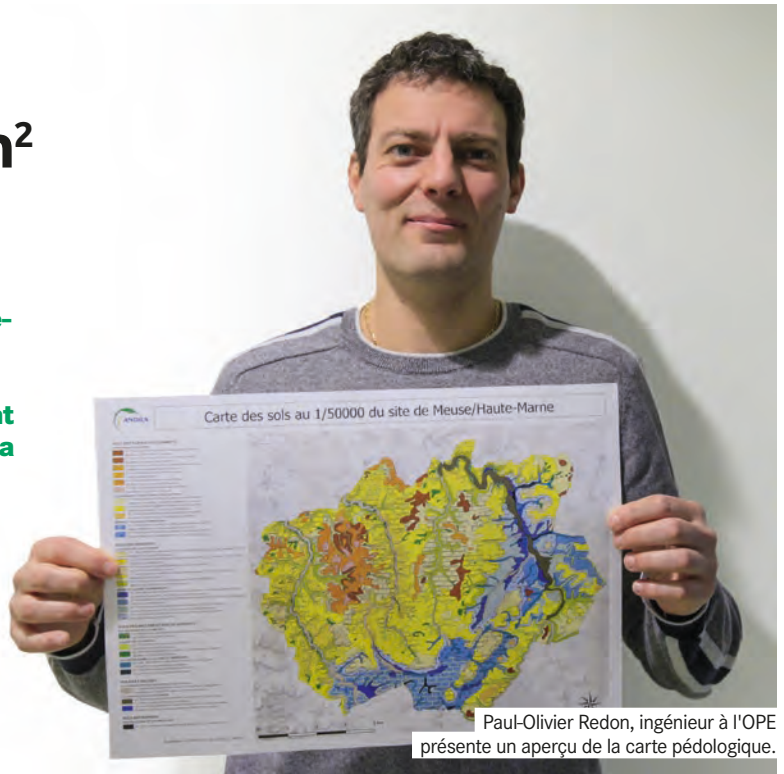
**Pour en savoir plus:** le site du CETAM est une mine d'informations sur les abeilles. (<http://cetam.fr/>)

ENVIRONNEMENT

# Une nouvelle carte des sols passe 320 km<sup>2</sup> au peigne fin

**L'Observatoire pérenne de l'environnement (OPE) du Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne finalise une nouvelle carte des sols au 1/50 000°. Elle offre une information précieuse pour comprendre l'environnement autour du projet Cigéo. Un atout pour l'Andra et pour tous les scientifiques.**

**L**a connaissance précise des propriétés des sols est une donnée importante pour le projet de stockage géologique profond des déchets radioactifs Cigéo. Par exemple, si le projet est autorisé, il faudra construire des bâtiments, des voies de communication... « *La nature des sols nous donne des indications sur les volumes de terre qu'il faudra décaisser, sur l'importance des poussières qui risquent d'être dégagées, etc.*, détaille Paul-Olivier Redon, ingénieur à l'OPE. *Mais cette nouvelle carte va également nous aider à délimiter les zones humides (terains gorgés d'eau temporairement ou en permanence) pour mieux les protéger, car ce sont des milieux sensibles, réservoir de biodiversité et siège de fonctions écologiques*



Paul-Olivier Redon, ingénieur à l'OPE présente un aperçu de la carte pédologique.

*importantes. Elle nous aidera aussi à mesurer les services que nous rendent les sols par exemple en stockant le carbone, en favorisant l'agriculture... »*

## Un millier de sondages

Pour représenter le détail des différents types de sols, l'Andra a fait appel à un spécialiste du sujet (pédologue), qui a repris les données de toutes les études des sols existantes. Il s'est également appuyé sur la première carte publiée en 2009, l'analyse de la topographie, de la géologie et de l'occupation du sol. Il a ensuite quadrillé la surface de référence de l'OPE, soit 320 km<sup>2</sup> avec un millier de nouveaux sondages. À l'aide d'une tarière manuelle (outil

de prédilection du pédologue), il a creusé le sol sur plusieurs dizaines de centimètres, parfois jusqu'à 1 m de profondeur, ce qui lui a permis de vérifier le type de sol présent à chaque point de sondage. Sept nouvelles fosses pédologiques, plus profondes, ont également été creusées, afin de décrire précisément certains types de sols qui restaient peu ou mal connus.

## Une carte et des données bien utiles

Mais cette nouvelle carte pédologique est plus qu'une carte ! Toutes les caractéristiques des sols et leurs proportions, les classes de profondeur, de pH, de teneur en matières organiques et en eau... sont aussi enregistrées dans une base de données. Elles viennent s'ajouter aux nombreuses autres données environnementales collectées par l'OPE afin de suivre l'évolution de l'environnement du territoire autour de Cigéo, sur toute sa période d'exploitation. L'Andra ne sera pas la seule à exploiter ces nouvelles données. Cette carte des sols et sa base de données seront mises à disposition de la communauté scientifique, *via* le site internet de l'OPE ([ope.andra.fr](http://ope.andra.fr)). ●

“ **Cette nouvelle carte va nous aider à délimiter les zones humides pour mieux les protéger. »**

## Mais au fait, le sol, c'est quoi ?

— La pédologie, la science des sols, nous informe sur la couche supérieure de la croûte terrestre située entre la surface et la roche. Composée d'un mélange de matières minérales et organiques (petits animaux comme les vers de terre, déchets végétaux et animaux), son épaisseur varie de quelques centimètres à plusieurs mètres. Formés pendant des milliers d'années sous l'effet du climat, des plantes et autres organismes vivant à la surface, les sols sont eux-mêmes composés de strates, appelés horizons, mémoires des variations de conditions de leur formation. Ainsi, chaque type de sol se caractérise par ses horizons, son épaisseur, sa texture, sa teneur en éléments organiques, en cailloux, sa capacité à retenir l'eau, etc.



MÉMOIRE

# Des signes et des lettres pour avertir nos descendants

**Une résidence inédite, lancée par l'Andra et le Signe, centre national d'art graphique de Chaumont, a permis à deux spécialistes du design de réfléchir sur les façons de communiquer la dangerosité des déchets radioactifs à l'échelle plurimillénaire.**

**D**ans le cadre de son programme « Mémoire pour les générations futures », l'Andra a choisi de collaborer pour la première fois avec le Signe, un lieu dédié à la promotion des arts graphiques. À l'été 2019, ils ont ainsi lancé un appel à résidence auprès des designers graphiques, des chercheurs en sciences du langage et de la communication ou des théoriciens du graphisme pour « réfléchir et inventer une signalétique portant sur la nocivité des déchets radioactifs à l'échelle plurimillénaire ». Objectif : informer les générations futures de l'existence des centres de stockage et de ce qu'ils contiennent.

## Des recherches en duo

Un appel remporté par Sébastien Noguera, designer graphique, fondateur du studio Château Fort Fort, enseignant à l'école d'art de Bellecour à Lyon, et Charles Gautier, chercheur en sciences du langage et enseignant à l'ESA des Pyrénées. « On ne se connaissait pas, mais ce qui nous a tous deux motivés, c'était de s'interroger sur l'existence temporelle des signes et des mots, confie Sébastien. Quand on se penche sur la manière dont les langues, les savoirs et les cultures évoluent, on s'aperçoit rapidement que certains peuvent se perdre, et d'autres être interprétés différemment. Mais le temps des déchets radioactifs sera millénaire ! La problématique est centrale et mondiale. Il nous semblait donc nécessaire de contribuer à la manière de communiquer leur dangerosité pour les siècles à venir. »

Pendant cinq mois, entre octobre 2019 et mars 2020, le praticien et le théoricien ont donc confronté leurs idées et leurs recherches. « Le sujet

étant très vaste, on a fait feu de tout bois. Nous avons passé beaucoup de temps à défricher le terrain », raconte Charles Gautier. Les deux trentenaires ont ainsi établi un ensemble de documents de référence sur les langues, les signes et leur transmission à travers les âges. « Avant d'inventer les termes et formes pour signaler la nocivité des déchets, nous voulions voir à travers l'histoire ce qui a marché et ce qui a moins marché : par exemple, pourquoi la diffusion de l'Espéranto a globalement échoué, ou pourquoi le code maritime international est largement employé », poursuit Charles Gautier.

“  
**Avant d'inventer les termes et formes pour signaler la nocivité des déchets, nous voulions voir à travers l'histoire ce qui a marché et ce qui a moins marché.**”

## Multiplier les possibles

Ces recherches de quelques mois leur ont permis de tirer des apprentissages précieux pour ensuite tenter d'établir des messages plurimillénaires. « Selon nous, il faudra donc cumuler, c'est-à-dire utiliser plusieurs signes et lettres existants, ainsi que des pasigraphies, des systèmes d'écriture utilisant des idéogrammes\* compréhensibles de tous, précise Sébastien Noguera. Cela accroîtra les chances que le message soit compris dans le temps. Champollion par exemple n'aurait jamais pu déchiffrer les hiéroglyphes

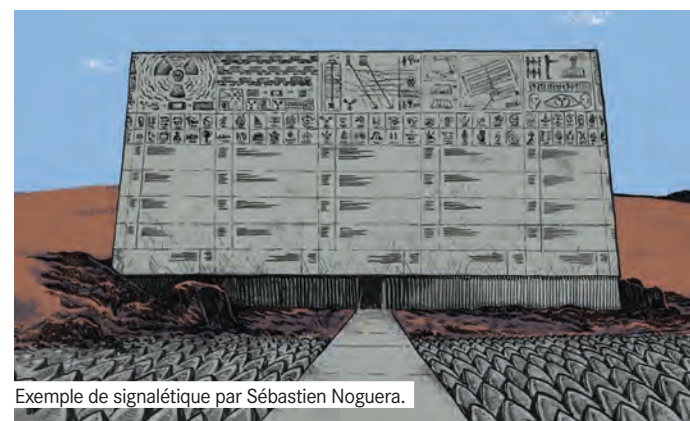


si, sur la fameuse pierre de Rosette, ils n'avaient pas été traduits dans deux autres langues dont le grec. »

Bientôt, ils exposeront les fruits de leurs recherches et leurs premières conclusions à Chaumont dans les locaux du Signe. Mais, à leurs yeux, il reste encore beaucoup à faire. « Pour concrétiser nos travaux et commencer à créer une signalétique plurimillénaire, il faudra fonctionner par étapes et surtout entrer dans une logique d'échange à l'international, estime Charles Gautier. Car c'est très compliqué d'espérer créer un langage international uniquement depuis la France. » ●

\* Signe graphique qui présente le sens d'un mot.

**Pour en savoir plus :** retrouvez une conférence sur la mémoire sur <https://bit.ly/2CNXlq>



Exemple de signalétique par Sébastien Noguera.

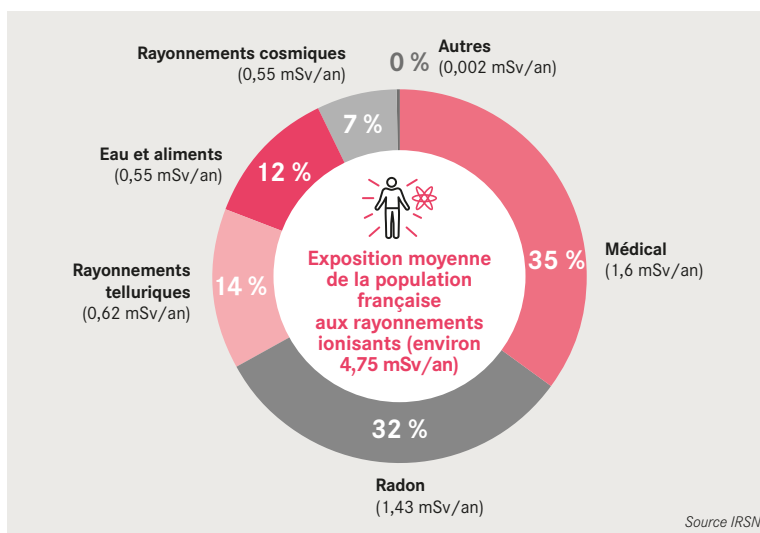
#ON VOUS RÉPOND

## « Faut-il avoir peur de vivre à côté d'un centre de stockage de déchets radioactifs ? »

Aujourd'hui, il existe trois centres de stockage de déchets radioactifs en France (deux dans l'Aube et un dans la Manche). Il n'y a aucune contrainte pour l'habitat autour de l'un d'entre eux. De la même façon, il n'y aura aucun danger à vivre, cultiver, pêcher, chasser ou se promener à proximité du futur centre de stockage profond (Cigéo) s'il se concrétise.

L'Andra a développé un programme de surveillance de l'environnement (eau, air, faune, flore, etc.) sur et aux alentours de ses centres de stockage de déchets radioactifs. Par exemple, au Centre de stockage de l'Aube, qui accueille les déchets français de faible et moyenne activité, environ 15 000 analyses sont effectuées chaque année sur les échantillons recueillis afin de réaliser un suivi précis de l'environnement et de connaître l'impact radiologique du site qui s'élevait en 2019 à 0.000 000 17 mSv\*. Cet impact calculé sur la base d'un groupe théorique de riverains vivant à proximité du centre et consommant des produits issus de l'agriculture et de l'élevage local, est très largement inférieur à la norme réglementaire (1 mSv/an) ; à titre de comparaison, l'impact de la radioactivité naturelle en France est de 2,4 mSv/an en moyenne. Sur le même principe, l'impact radiologique de Cigéo, pendant son fonctionnement, est évalué à 0,001 mSv/an à proximité du centre.

\* millisievert : le sievert est l'unité de mesure utilisée pour donner une évaluation de l'impact des rayonnements sur l'Homme.



### Pour en savoir plus

Retrouvez la conférence en ligne de l'Andra, animée par Patrice Torres, directeur des opérations industrielles à l'Andra : [https://youtu.be/D\\_QL4VDw5g](https://youtu.be/D_QL4VDw5g)

#ILS SONT VENUS NOUS VOIR

En février 2020, le Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne a reçu la visite du Youtubeur aux 257 000 abonnés et vulgarisateur scientifique « Defakator ».



**Au préalable, je m'étais bien documenté. J'ai notamment pu interviewer un hydrogéologue de l'Andra quelques jours avant la visite. Cela m'a semblé indispensable d'être un peu renseigné, au risque de vivre une visite trop « touristique » et de rester à la surface des enjeux. Ce qui est dommage pour un laboratoire aussi profond !**



Retrouvez l'intégralité de son interview et les vidéos nées de sa visite du Laboratoire souterrain de l'Andra sur : [www.andra.fr/node/1475](http://www.andra.fr/node/1475)



Vous aussi, vous souhaitez mieux comprendre la gestion des déchets radioactifs ? Le Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne vous accueille toute l'année. Contactez-nous au **03 29 75 53 73** ou par mail à [visite.55.52@andra.fr](mailto:visite.55.52@andra.fr).



Saurez-vous retrouver le détail insolite dans cette scène ?  
La réponse sur <https://bit.ly/2CDG4zS>

# Pour les 20 ans du Laboratoire souterrain

- **Visite virtuelle  
du Labo**

immergez-vous à 500 m de profondeur

- **Web conférences  
grand public**

- **Visites guidées sur  
le projet de stockage Cigéo**



Rendez-vous dès  
le 8 septembre sur :  
**andra.fr**