

# Le journal de l'Andra

N° 35  
PRINTEMPS 2020  
ÉDITION MEUSE/  
HAUTE-MARNE



Stockage des déchets radioactifs:  
**la situation à l'international** P.15

# Covid-19

Ce numéro du *Journal de l'Andra* a été finalisé pendant la période de confinement liée au Covid-19.

Conformément aux instructions gouvernementales, l'Andra a donné la priorité à la santé de son personnel en recourant massivement au télétravail, permettant à la très grande majorité des salariés de poursuivre son activité. L'Agence a ainsi pris la décision de limiter ses activités sur ses sites aux fonctions strictement essentielles. Au Centre de Meuse/Haute-Marne, la sécurité des installations a été assurée. Les travaux dans le Laboratoire souterrain et les chantiers de BTP en surface ont été suspendus. Des visites de sécurité régulières ont été organisées. L'ensemble des autres activités a été maintenu grâce au télétravail.

Enfin, pour contribuer à l'effort collectif, l'Andra a fait don de masques et d'équipements aux établissements et personnels de santé locaux. Une initiative complétée par des contributions individuelles de salariés : fabrication de masques maison, conception de visières de protection à l'aide d'une imprimante 3D, etc.

À l'heure où ces lignes sont écrites, la reprise progressive des activités et des chantiers sur les différents sites est en préparation, en lien étroit avec les producteurs de déchets et les prestataires de l'Agence.

## Le Journal de l'Andra Édition Meuse/Haute-Marne N° 35

Centre de Meuse/Haute-Marne

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



Directeur de la publication: Pierre-Marie Abadie • Directrice de la rédaction: Annabelle Quenet • Rédactrice en chef: Dominique Mer • Ont participé à la rédaction, pour l'Andra: Antoine Billat, Lola Kovacic, Damien Maury-Tarriet; pour Rouge Vif: Françoise de Blomac, Fanny Costes, Emmanuelle Crédoz, Joana Maître et Elodie Seghers • Responsable iconographie: Sophie Muzerelle • Crédits photos: DR, Andra, Maxime H./CNDP, Eric Poirot/Andra, Dominique Mer/Andra, Egis, F. Terminet, Raphaële Neveu et Cyril Briancourt, Union nationale des Maisons familiales et rurales, Alain Rezzoug/Andra, Bertrand Tinoco/Andra, Photolia/Alex Tihonov, Adobestock/Chinnapong, Michael Zumstein/ OCEIL Public, Pauline Fournier/Andra, apopium/stock.adobe.com, Enresa, AEN (OCDE), SKB, Marc-Antoine Martin/Andra, AIEA, V. Renaud, Eric Poirot/Andra, TheSupermat/Creative Commons, Mathieu Saint-Louis/Andra • Dessins: Aster et Groupe Rouge Vif • Création-réalisation: [www.grouperougevif.fr](http://www.grouperougevif.fr) - ROUGE VIF éditorial - 26500 - [www.grouperougevif.fr](http://www.grouperougevif.fr) • Impression: La Galilote - Groupe Prenant - Siret 332124072000 23 - Imprimé sur du papier issu de forêts durablement gérées, 100% recyclé dans une imprimerie certifiée imprim'vert • © Andra - 371-35 • DDP/DICOM/20-0021 • ISSN: 2106-8291 • Tirage: 198868 exemplaires



### ABONNEMENT GRATUIT

**POUR ÊTRE SÛR  
DE NE RIEN MANQUER,  
ABONNEZ-VOUS!**

Édition(s) souhaitée(s) :

- Manche  
 Meuse/Haute-Marne  
 Aube

Si vous souhaitez recevoir régulièrement notre journal, merci de retourner ce coupon à :  
**Service communication - Andra CMHM RD 960 - BP9 - 55290 BURE**

Nom : ..... Prénom : .....

Adresse : .....

Code postal : ..... Ville : .....

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

# SOMMAIRE

## EN BREF

P. 3/5

## L'ACTUALITÉ

P. 6/14

- P. 6 En Meuse/Haute-Marne, l'impact socio-économique de l'Andra est déjà palpable
- P. 8 Funiculaire de Cigéo : bientôt les premiers tests
- P. 9 Le nouveau centre de formation à Montiers-sur-Saulx : un atout pour les jeunes !
- P. 10 2020 : une année très active au Laboratoire souterrain
- P. 12 L'utilisation de la radioactivité dans le secteur médical : tout ce qu'il faut savoir
- P. 14 Comment se souvenir de Cigéo ? Une BD de science-fiction nous interpelle

## DÉCRYPTAGE

P. 15/25

- P. 16 Stockage des déchets radioactifs : une dynamique collective à l'international
- P. 19 Quelles sont les grandes instances de coopération internationale ?
- P. 20 Panorama mondial : où en sont les autres pays ?
- P. 22 Focus sur 3 pays européens
- P. 24 L'Andra partage son expertise
- P. 25 Les sites de l'Andra : un retour d'expérience concret pour les partenaires étrangers

## AILLEURS

P. 26

- P. 26 Découverte chez la petite-fille de Marie Curie

## OUVERTURE

P. 27

- P. 27 « L'esprit sorcier » de Fred Courant s'empare des déchets radioactifs



## GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS : UN 5<sup>e</sup> PLAN NATIONAL À VENIR

**Le 21 février dernier, le ministère de la Transition écologique et solidaire et l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) ont rendu leur décision consécutive au débat public qui s'est tenu dans le cadre de la préparation du 5<sup>e</sup> Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) en 2019.**

Mis en place depuis 2006 et revu tous les trois ans, ce plan permet de dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et déchets radioactifs, de recenser les besoins d'installations de stockage et d'entreposage ou encore d'organiser des études pour le futur. Pour cette 5<sup>e</sup> édition, son élaboration a fait l'objet d'un débat public. Objectif : échanger avec les citoyens et parties

prenantes pour éclairer les autorités dans leurs futures décisions. « *Le débat a fait ressortir une volonté collective de poursuivre les discussions sur les dimensions éthique et sociétale de la gestion des déchets* », analyse Pierre-Marie Abadie, directeur général de l'Andra. À la suite du débat, le ministère et l'ASN ont défini plusieurs grandes orientations. Ils ont notamment proposé de porter la durée du plan à cinq ans et de « *renforcer la gouvernance* » en élargissant son élaboration et son suivi aux élus et à la société civile, en complément de la participation des associations de protection de l'environnement. Ils invitent également à poursuivre la définition des « *modalités d'association du public aux étapes structurantes du projet*

*Cigéo* », et « *la R&D sur les voies alternatives de gestion* » ou encore à permettre de « *valoriser, lorsque cela est pertinent, par des dérogations ciblées, certains déchets métalliques de très faible activité* ». La commission nationale du débat public (CNDP) a souligné que la décision des responsables du plan tient compte dans l'ensemble des enseignements du débat. Une fois mise à jour, la 5<sup>e</sup> édition du PNGMDR sera soumise à la consultation numérique du public avant la fin de l'année 2020. •



### LE POINT DE VUE D'ASTER

## Les bienfaits de la médecine nucléaire



En France l'imagerie médicale est devenue la deuxième source d'exposition aux rayonnements ionisants, après les rayonnements naturels. Si les bénéfices de la médecine nucléaires sont indéniables... gare aux risques de surexpositions (lire pp. 12 et 13)!

## Quels sont les volumes de déchets radioactifs produits en France ?

La réponse est à retrouver dans **Les Essentiels 2020 de l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs**.

Ce document réalisé par l'Andra rend compte de l'évolution des volumes de matières et déchets radioactifs produits en France (sur la base des déclarations faites par leurs détenteurs à fin 2018). Mis à jour chaque année, l'*Inventaire national des matières et déchets radioactifs* est un outil précieux pour le pilotage de la politique de gestion des matières et déchets radioactifs. Tous les trois ans, ce travail est complété par des « inventaires prospectifs » qui fournissent des estimations des quantités de matières et déchets selon différents scénarios liés au devenir des installations nucléaires et à la politique énergétique de la France à long terme. *Les Essentiels 2020* et l'ensemble des données de l'inventaire sont disponibles sur le site web dédié : [www.inventaire.andra.fr](http://www.inventaire.andra.fr) •

## JOSIANE CHEVALIER, PRÉFÈTE DU GRAND EST ET DU BAS-RHIN EN VISITE


Vendredi 21 février 2020, Josiane Chevalier – récemment nommée préfète de la région Grand Est et préfète du Bas-Rhin – était en visite au Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne, accompagnée d'Alexandre Rochatte, préfet de la Meuse, préfet coordinateur pour Cigéo et de Philippe Leraître, sous-préfet, directeur de la mission Cigéo.

Ils ont été accueillis et guidés par Pierre-Marie Abadie, directeur général de l'Andra, David Mazoyer, directeur du Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne, et Sarah Dewonck, adjointe de David Mazoyer. Au cours de sa visite et de ses échanges avec l'Andra, la préfète Josiane Chevalier a pris toute la mesure des enjeux de gestion des déchets radioactifs, du projet Cigéo et de son insertion dans le territoire. •



## Plus de 12 000 visiteurs au Centre de Meuse/Haute-Marne en 2019

En 2019, le CMHM a accueilli 12 109 visiteurs, soit 6 % de plus qu'en 2018. Un chiffre en progression par rapport à l'année précédente, qui met en lumière l'intérêt des publics pour la gestion des déchets radioactifs et le projet Cigéo. Si le grand public est majoritaire, des professionnels, élus ou étudiants sont également conviés à visiter les installations de l'Andra. 43 % des visiteurs viennent de Meuse et de Haute-Marne. 55 délégations représentant des pays concernés par la gestion des déchets radioactifs (Chine, Japon, États-Unis, Allemagne) ont aussi été accueillies en 2019. •

 Vous souhaitez nous rendre visite? Écrivez-nous à : [visite.55.52@andra.fr](mailto:visite.55.52@andra.fr)





## SUR LE TERRAIN... L'ANDRA ACTUALISE SES INVENTAIRES ÉCOLOGIQUES



Dans le cadre de ses différentes études et suivis réglementaires, l'Andra doit actualiser régulièrement sa connaissance du milieu naturel. Depuis quelques semaines et jusqu'à la fin de l'année, après une autorisation délivrée par l'autorité préfectorale, plusieurs écologues mandatés par l'Andra réalisent des études de terrain. Dans une vingtaine de communes autour du Centre de Meuse/Haute-Marne, des observations sont menées, afin de détailler la connaissance des espèces végétales et animales présentes et de leurs habitats respectifs.



Les chiroptérologues utilisent des enregistreurs d'ultrasons de chauve-souris.

Plusieurs dispositifs sont utilisés pour procéder à des observations. Si vous êtes promeneur dans le secteur, vous pourriez repérer par exemple des plaques au sol, d'environ un mètre carré, qui facilitent la détection des reptiles, ou encore des pièges photographiques permettant d'enregistrer les points de passage de la faune. Ces études sont pensées pour être les moins intrusives possible pour la faune et la flore et les moins gênantes pour les riverains. Pour tout renseignement, nous vous invitons à vous rapprocher du service qualité, environnement, documentation du CMHM au 03 29 75 53 90. •

## Vers le système solaire et au-delà !

« Depuis que je suis allée dans le planétarium, j'ai envie de mieux regarder les étoiles dans le ciel. » Avec Isis, jeune écolière de 8 ans, et avec bien d'autres visiteurs, l'exposition « Voyage dans le système solaire, et au-delà » a atteint son objectif : piquer la curiosité... et l'entretenir ! D'octobre 2019 à mars 2020, l'espace technologique du Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne offrait une immersion au cœur des planètes et des astres. Avec des expérimentations, des quiz, des vidéos, des maquettes... et, cerise sur le gâteau, une exploration de la galaxie dans le planétarium, petits et grands sont venus conjuguer apprentissage, défis ludiques et émerveillement. La dimension interactive de l'exposition explique sans doute son succès. À la fin février 2020, « nous dénombrions 4 200 visiteurs », annonce Marielle Girard, chargée de communication. Parmi eux, de nombreux enfants venus en famille pour découvrir les animations d'octobre et de février ; ou avec leur classe dans un cadre scolaire. « Nous avons étudié ces thématiques en classe, relate Carine Maréchal, professeur des écoles à Droyes (52). Cette exposition les a rendues concrètes. » •





### ÉTUDE

# EN MEUSE/Haute-MARNE, L'IMPACT SOCIO-ÉCONOMIQUE DE L'ANDRA EST DÉJÀ PALPABLE

**La présence de l'Andra, notamment en Meuse et en Haute-Marne, contribue à l'économie de ses territoires d'accueil. C'est la conclusion d'une étude, menée l'an dernier, à la demande de l'Andra par un cabinet spécialisé. Focus sur les principaux enseignements et la méthode utilisée, avec Arnaud Florentin, directeur associé du cabinet d'études Utopies.**

#### Que faut-il retenir de votre étude ?

Notre étude montre que le Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne a déjà un impact significatif sur les deux départements, avec 350 emplois directs. À cela s'ajoutent des effets ricochets : un emploi direct à l'Andra engendre 1,6 emploi supplémentaire pour le territoire, soit un total de près de 900 emplois à l'échelle Meuse/Haute-Marne. Ce chiffre est amené à croître si Cigéo se concrétise. On note qu'à l'échelle des communautés de communes des Portes de Meuse et du Bassin de Joinville-en-Champagne, la présence de l'Andra permet aujourd'hui un gain de 162 € net moyen de revenus primaires par habitant et par an.

#### Dans quel contexte l'Andra vous a-t-elle missionné pour cette étude ?

Lorsqu'elle commande ce type d'étude, l'Andra cherche à mieux connaître et quantifier son empreinte socio-économique sur le territoire. C'est l'occasion pour l'Agence de réfléchir à la manière dont elle peut contribuer à l'installation durable de ses salariés sur le territoire, par exemple, ou à la façon dont elle peut renforcer son impact, en étudiant l'effet multiplicateur de ses activités : pour un emploi direct à l'Andra, quels impacts locaux ? Mais l'Andra ne peut pas avancer seule, elle travaille étroitement avec les élus et autres acteurs du territoire.

#### Quelle a été votre méthodologie ?

Cette étude a été réalisée à l'aide de Local Footprint®, un outil très performant leader sur le marché français des études d'impact économique. Il mesure les impacts directs, indirects et induits sur différents niveaux géographiques (du plus local au national). En prenant en compte près de 100 indicateurs (démographie, activités économiques, tourisme, conditions de vie, etc.) sur la base des données disponibles depuis 2016 (Siren, bases de données fiscales, notariales, Insee), il permet de réaliser un diagnostic complet des territoires. Grâce à cet outil, l'économie locale a été reproduite en version numérique.

#### Que permet, concrètement, cette version simulée ?

On peut par exemple appréhender la réalité spécifique d'un secteur (fournisseurs, nombre de salariés, où ils vivent, ce dont ils ont besoin, etc.) et effectuer des simulations avec la possibilité d'envisager des variantes, en retirant les apports liés à l'Andra par exemple, pour voir comment les résultats s'en trouvent modifiés. Au-delà de ces analyses très instructives, l'outil fonctionne en autonomie. Nous l'avons ainsi laissé en « roue libre » pendant une année, pour ensuite recueillir les résultats, puisque l'étude portait sur l'empreinte annuelle de l'Andra en 2018. •

#### ET DANS L'AUBE ?

L'étude a également été menée dans l'Aube où l'Andra exploite deux centres de stockage de déchets radioactifs (le CSA et le Cires) afin d'évaluer leurs impacts socio-économiques. À l'échelle de la communauté de communes de Vendevre-Soulaines, les activités de l'Agence dans l'Aube génèrent 362 emplois (directs, indirects, induits et catalytiques\*), soit 17 % des emplois du territoire et 30 % du PIB local. Elles représentent également un gain moyen annuel de 472 euros de revenus par habitant... Autant de résultats très positifs pour l'Aube et qui fournissent un aperçu de l'impact potentiel du projet Cigéo pour le territoire de Meuse/Haute-Marne.

\* Les impacts catalytiques sont les activités dont l'existence ou le développement dépendent de la présence de l'Andra (hors dépenses de fonctionnement).

À noter : la zone locale de référence étudiée pour le territoire de Meuse/Haute-Marne (deux communautés de communes, soit 25 000 habitants) est plus importante que celle étudiée pour l'Aube (6 000 habitants).



## LE PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

Les activités de l'Andra en Meuse/Haute-Marne ont des impacts économiques larges : créations d'emplois et de richesse dans l'économie à l'échelle intercommunale, départementale et nationale.

### LOCAL

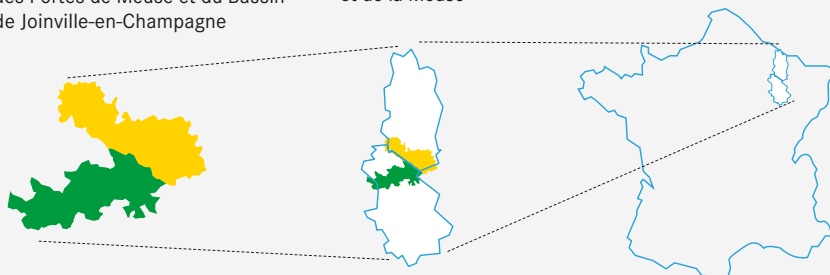
Communautés de communes des Portes de Meuse et du Bassin de Joinville-en-Champagne

### DÉPARTEMENTAL

Départements de la Haute-Marne et de la Meuse

### NATIONAL

France



**Le point de vue de David Mazoyer,** directeur du Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne

« L'actualisation de ces données, fondée sur une méthodologie reconnue et robuste, donne une assise supplémentaire à nos projections en matière de développement économique lié au projet Cigéo.

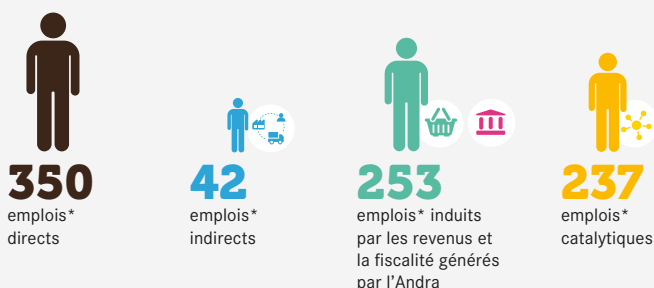
L'étude montre que chacun des 350 emplois directs de l'Andra (salariés de l'Agence, prestataires et sous-traitants) génère 1,6 emploi supplémentaire pour notre territoire.

Les commerces, les services d'hôtellerie-restauration et les entreprises du territoire, bénéficient clairement de notre présence.

Ces résultats nous démontrent également que nos activités de recherche scientifique ont un rayonnement économique national (2 200 emplois en France). Cette étude sera mise à jour régulièrement afin de suivre plus précisément l'évolution de cet impact socio-économique. »

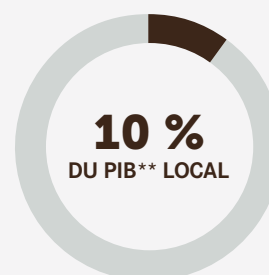
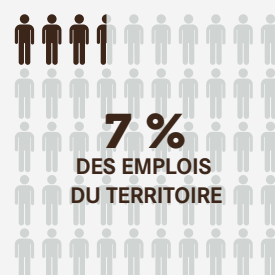
## LES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES

En 2018, les activités de l'Andra en Meuse/Haute-Marne représentent :



Au total, les activités de l'Andra génèrent près de **900 emplois** pour la Meuse et la Haute-Marne et jusqu'à **2 200 emplois** à l'échelle nationale. À ces chiffres s'ajoutent les dotations annuelles de 30 millions d'euros des deux groupements d'intérêt public (GIP) qui redistribuent au territoire des fonds versés par les producteurs de déchets (CEA, EDF et Orano) pour des projets de développement et qui n'ont pas été pris en compte dans cette étude.

Au niveau des communautés de communes des Portes de Meuse et du Bassin de Joinville-en-Champagne, les activités de l'Andra représentent :



\* Emplois équivalents temps plein  
\*\* Produit intérieur brut



Étude Utopies  
Étude d'impact des CIZA et du CMHM



TECHNOLOGIES

# FUNICULAIRE DE CIGÉO : BIENTÔT LES PREMIERS TESTS

**À Froncles, en Haute-Marne, les travaux du bâtiment qui accueillera le banc d'essai du prototype du funiculaire de Cigéo sont achevés. Les essais qui seront réalisés sur ce prototype permettront de vérifier que le futur funiculaire transportera en toute sécurité les colis de déchets radioactifs. Les premiers tests commenceront en octobre prochain.**

Après plusieurs mois de mise à niveau et d'adaptation d'une halle inoccupée sur le site industriel de Froncles, le nouveau bâtiment est prêt à accueillir le prototype du futur funiculaire de Cigéo. Ce dispositif de transport innovant et hors normes permettra de transférer et d'acheminer en toute sécurité, sur une pente de 4 km de long, inclinée à 12 %, les hottes de transfert contenant les colis de déchets radioactifs depuis la surface jusqu'à leur position de stockage définitif, à 500 m sous terre, dans les galeries souterraines de Cigéo. Mais en attendant la réalisation de Cigéo et du funiculaire, la construction d'un « banc d'essai » constitue une étape cruciale. « *Le prototype du funiculaire et son banc d'essai*, explique Jean-François Hervé, chef du service équipements et procédés mécaniques à l'Andra, *vont permettre*

*de représenter à taille réelle la technologie utilisée.* » L'enjeu : construire tout l'environnement nécessaire (voies de roulement, charpente métallique...) pour être le plus représentatif de la réalité, et procéder à des tests de performance des divers systèmes de freinage.

## Un banc d'essai pour des tests grandeur nature

Car cette machine construite par l'entreprise Poma, spécialisée dans la fabrication de systèmes de transport par câble, est une première. « *Habituellement, sur des installations ou procédés technologiques déjà existants, la pratique veut que l'on recoure au retour d'expériences pour ajuster les équipements*, poursuit Jean-François Hervé. *Tout d'abord, nous allons devoir démontrer que ce banc d'essai est le plus représentatif de la réalité, et que si nous faisons des tests, ceux-ci seront fiables à 100 %. Le banc d'essai va ainsi servir à qualifier les éléments importants pour la sûreté, tels que les systèmes de freinage embarqués sur le funiculaire.* »

Les premiers tests porteront donc sur les freins d'arrêt d'urgence, les freins d'ultime secours ou encore les amortisseurs de fin de voie. « *Le système embarqué mis en œuvre sur le funiculaire permet de "dédoubler" les équipements de freinage de sûreté et fait appel à des technologies particulièrement innovantes. Nous allons vérifier qu'il fonctionne comme nous l'avons défini.* » Rendez-vous en 2021 pour les premiers résultats des essais de freinage. •



## UN FUNICULAIRE UNIQUE AU MONDE CONSTRUIT LOCALEMENT

Société française implantée en Isère, Poma fait partie des deux entreprises au monde à construire des funiculaires, à destination des stations de skis, et de plus en plus pour le transport urbain et l'industrie. Pour la conception du funiculaire de Cigéo, Poma travaille depuis de nombreuses années en étroite collaboration avec les équipes du projet et en partenariat avec des entreprises du domaine de l'ingénierie nucléaire. L'implantation du banc d'essai en Haute-Marne permet d'anticiper ces partenariats et d'ancrer le développement technologique dans le tissu local. Un travail déjà bien engagé puisque ce sont 80 % des achats d'implantation et de réalisation du banc d'essai qui ont été attribués à des entreprises locales (structures métalliques, électrotechnique, mécanique...).







## FORMATION

# LE NOUVEAU CENTRE DE FORMATION À MONTIERS-SUR-SAULX : UN ATOUT POUR LES JEUNES !



**Un nouveau centre de formation, porté par la fédération des Maisons familiales rurales, s'installe dans les locaux de l'ancien collège de Montiers-sur-Saulx.**

**Il va permettre de former jeunes et adultes de la région aux nombreux métiers qui accompagneront le développement du projet Cigéo, si celui-ci reçoit son autorisation de création. Explications.**

« Ici, la population est très rurale, répartie dans de nombreux petits villages, rappelle Laurent Philouze, vice-président de la communauté de communes des Portes de Meuse. Faire 40 km pour se former n'est pas à la portée de tous, et le taux de chômage est important. »

Comment permettre aux jeunes et aux moins jeunes, même éloignés de l'emploi, d'acquérir de nouvelles compétences, d'apprendre de nouveaux métiers sans quitter le territoire ?

Comment les aider à bénéficier de l'opportunité que représente un projet industriel comme Cigéo avec de nombreux emplois à la clé (jusqu'à 2 000 emplois atteints pendant la phase de construction et environ 600 en exploitation) ?

Le nouveau centre de formation et de promotion (CFP) de Montiers-sur-Saulx

va permettre de résoudre cette double équation. Conçu et financé dans le cadre du projet de développement du territoire, il s'appuie sur un réseau solide et original, celui des Maisons familiales rurales.

## Au plus près des personnes et des besoins

Hébergé dans l'ancien collège de Montiers-sur-Saulx, aujourd'hui occupé par le siège de la communauté de communes (qui déménagera à terme), le centre pourra accueillir plusieurs groupes de stagiaires. « Dans un premier temps, nous allons plutôt nous focaliser sur des formations courtes, de trois à six mois, explique Claude Hugo, président du nouveau centre. Grâce à un financement de la Région, nous allons par exemple accueillir douze demandeurs d'emploi afin de les accompagner dans leur projet professionnel pendant un trimestre. Mais plus tard, nous proposerons des cursus plus longs, en internat. »

Ici, l'apprentissage s'appuiera avant tout sur l'expérience, via des stages en entreprise. « Notre objectif est d'offrir des clés pour trouver un emploi », insiste Claude Hugo. Si certaines formations permettent d'obtenir un diplôme (CAP...), d'autres, plus courtes, donneront lieu à une attestation de compétences spécifiques, très utile sur un CV.

## Des emplois dans plusieurs secteurs

La carte détaillée des formations n'est pas encore fixée. Elle sera constituée prochainement avec la directrice du centre, les familles, ainsi qu'avec les partenaires (EDF, ORANO, l'Andra, la fédération régionale des Maisons familiales rurales et la communauté de communes des Portes de Meuse) qui se sont engagés à soutenir financièrement le centre pendant deux ans.

Les besoins sont variés dans le BTP (conducteurs d'engins, électriciens, opérateurs de maintenance...) mais ils concernent également les services à la personne, afin de préparer l'accueil de population supplémentaire qu'entraînera Cigéo. « Toutes sortes de petites entreprises vont avoir besoin de personnel formé si elles veulent participer au développement économique du territoire », résume Laurent Philouze.

Dans les prochains mois, la petite équipe du CFP va rencontrer les missions locales ainsi que les centres de Pôle emploi qui seront chargés des inscriptions et de monter les dossiers de prise en charge. Des campagnes d'information et de sensibilisation seront également menées dans les collèges et lycées. •

## PROFITEZ AU MIEUX DU HAUT DÉBIT !

Dans le cadre du projet de développement du territoire (PDT), la fibre est en cours de déploiement. Dans les villages, le CFP proposera d'ici la fin de l'année des petits ateliers de formation au numérique et à ses nouveaux usages, ouverts à tous.



## TRAVAUX

## 2020 : UNE ANNÉE TRÈS ACTIVE AU LA

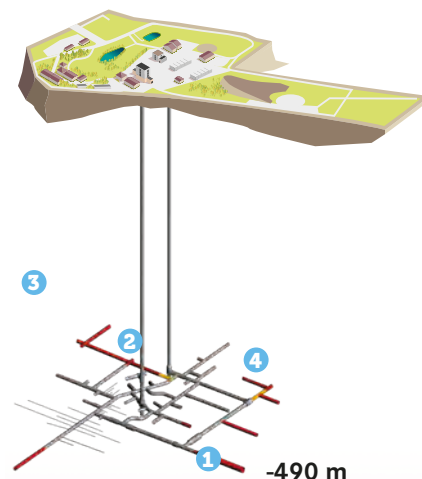
**Une centaine de forages, le creusement de plusieurs galeries et de nouvelles alvéoles de stockage expérimentales, la création d'un carrefour en X, des essais de remblais... Même si la période de confinement lié au Covid-19 a conduit l'Andra à ralentir son activité au printemps, 2020 reste une année très active au Laboratoire souterrain du Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne. Focus sur quelques travaux emblématiques.**

Comme depuis sa création en 2000, les expérimentations menées au Laboratoire souterrain associent activités de creusement, démonstrations technologiques et connaissances scientifiques pour préparer la mise en œuvre industrielle du projet Cigéo. Après avoir creusé les premières galeries et étudié le comportement de la roche, testé différents modes de réalisation des galeries et d'alvéoles de stockage pour les déchets de haute activité (HA), l'heure est maintenant à de nouveaux essais et à intégrer sciences et technologies. « Avec ce nouveau chantier qui a démarré l'an dernier, nous nous approchons de plus en plus de la réalité industrielle de Cigéo », explique Émilie Huret, adjointe au directeur de la recherche et du développement de l'Andra.

### Des enjeux techniques et scientifiques

Plusieurs expérimentations engagées cette année vont accompagner l'instruction de la demande d'autorisation de création de Cigéo que l'Andra va déposer. Ainsi, c'est la première fois qu'un prototype d'une alvéole de stockage

pour les déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL) à taille représentative sera réalisé. Trois nouveaux démonstrateurs d'alvéoles de stockage pour les déchets HA seront également creusés tout comme le carrefour à « quatre branches » (cf. explications ci-contre). « Nous devons montrer à l'Autorité de sûreté nucléaire que ce que nous proposons pour Cigéo est faisable, avec le niveau de performance que nous avons annoncé » complète Olivier Alavoine, responsable du programme d'essais technologiques à l'Andra. Le programme scientifique n'en est pas moins important. Une centaine de forages sont au programme en 2020 afin de poursuivre les analyses sur les échanges gazeux entre alvéoles et galeries, sur le comportement de la roche lors du creusement des ouvrages souterrains, sur les interactions entre la roche et les autres matériaux utilisés (aciers, bétons...). Autant de mesures qui permettront de renforcer les connaissances et d'en acquérir de nouvelles. Ainsi, sciences et techniques avancent ensemble afin de continuer à apprendre et innover pour optimiser le projet Cigéo. •



### 1 Trois nouveaux démonstrateurs d'alvéoles pour les déchets HA

Un nouveau prototype d'alvéole de stockage de déchets HA de 80 mètres de long sera réalisé et équipé dans une configuration proche de celle attendue dans Cigéo, notamment durant la phase industrielle pilote. Deux autres alvéoles de 10 mètres de long seront également creusées pour compléter les connaissances sur les interactions physico-chimiques entre l'alvéole et la galerie.



### DES ÉQUIPES QUI ASSURENT !

Le regard d'Olivier Alavoine, responsable du programme d'essais technologiques

« En 2020, nous creusons un peu partout (en fait aux quatre coins du Laboratoire)! Nous avançons sur plusieurs fronts, ce qui implique une logistique maîtrisée et une organisation rigoureuse des équipes, d'autant plus que nous souhaitons continuer à accueillir le public pour des visites. Les équipes sont rodées, elles connaissent bien les contraintes du Laboratoire et y travaillent depuis plusieurs années pour la plupart. Qu'il s'agisse du personnel scientifique et technique de l'Andra, du maître d'œuvre ou des entreprises qui assurent le creusement et l'exécution des travaux... nous gagnons collectivement en expérience d'année en année. »

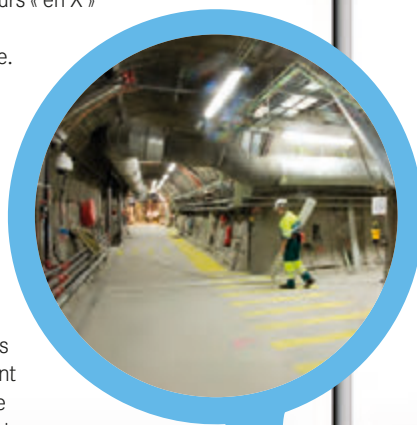


# BORATOIRE SOUTERRAIN

## 2 Un carrefour à quatre branches (en « X »)

Il y aura de nombreux carrefours « en X » dans Cigéo, notamment dans les zones de soutien logistique.

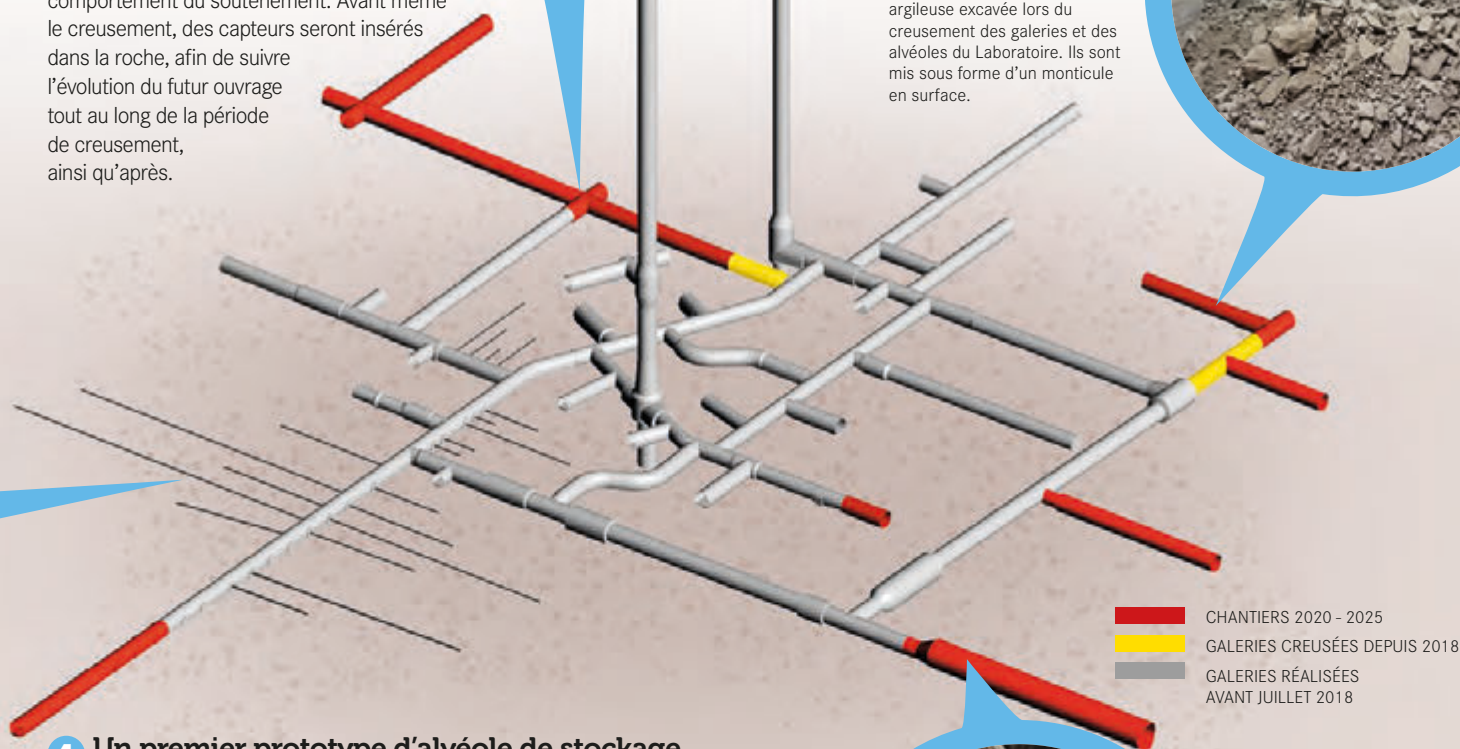
Or, seuls des carrefours en T (à trois branches), ont été construits dans le Laboratoire souterrain. Bien que le retour d'expérience du Laboratoire montre une bonne tenue de ces carrefours, comme les croisements sont des zones où les contraintes mécaniques se concentrent, il est important de réaliser une intersection de ce type afin de bien comprendre l'effet d'un tel creusement sur la roche et le comportement du soutènement. Avant même le creusement, des capteurs seront insérés dans la roche, afin de suivre l'évolution du futur ouvrage tout au long de la période de creusement, ainsi qu'après.



## 3 Des essais de remblais

Il est prévu de remblayer les galeries à la fin de l'exploitation de Cigéo. Sans préjuger des choix qui seront faits à ce moment, des essais seront menés en surface et des travaux préparatoires dans les galeries du Laboratoire souterrain pour tester, à échelle représentative de Cigéo, la réalisation, le choix des matériaux constitutifs des remblais (sable, argile issue des verses\* du Laboratoire, bentonite...) et le comportement phénoménologique de diverses solutions techniques de remblais. Par ailleurs, suivant la même logique, des essais de scellement de galeries seront aussi réalisés dans les deux à trois ans à venir, notamment en préparation des démonstrateurs prévus en phase industrielle pilote de Cigéo.

**Verses** : déblais de la roche argileuse excavée lors du creusement des galeries et des alvéoles du Laboratoire. Ils sont mis sous forme d'un monticule en surface.



■ CHANTIERS 2020 - 2025  
 ■ GALERIES CREUSÉES DEPUIS 2018  
 ■ GALERIES RÉALISÉES AVANT JUILLET 2018

## 4 Un premier prototype d'alvéole de stockage pour les déchets MA-VL

C'est l'une des grandes premières de ce chantier : la réalisation d'une alvéole prototype de stockage pour les déchets radioactifs de moyenne activité à vie longue (MA-VL) à l'échelle de Cigéo. Avec un diamètre excavé proche de 10 m, il faudra deux ans pour réaliser les 80 m de longueur. Les travaux de creusement ont commencé fin février, dans le prolongement d'une galerie qui fait aujourd'hui environ 5 m de diamètre. Ce prototype permettra de tester la pose et le comportement de différents types de revêtements, notamment compressibles. L'alvéole sera en outre équipée de nombreux capteurs pour mesurer les déformations dans la roche et les revêtements, ou encore la pression d'eau dans la roche (appelée pression interstitielle).





MÉDECINE NUCLÉAIRE

# L'UTILISATION DE LA RADIOACTIVITÉ DANS LE SECTEUR MÉDICAL : TOUT CE QU'IL FAUT SAVOIR



Chaque année, certains d'entre nous passent une radio ou un scanner, ou doivent suivre un traitement par radiothérapie. Mais savez-vous d'où viennent ces procédés et comment ils agissent sur nos corps? Autant d'informations nécessaires pour comprendre leurs bienfaits mais aussi leurs impacts.



administrer au patient et en petite quantité, une substance radioactive émettrice de rayonnements gamma (ou « traceur radioactif »), qui se fixe sur l'organe ou le tissu à explorer. La TEP utilise quant à elle des émetteurs de positons, et facilite notamment le dépistage précoce des cancers et leur suivi.

La découverte des rayons X en 1895 (par Wilhelm Röntgen) puis le développement de l'usage de la radioactivité artificielle dans les années 1930 ont révolutionné la médecine. Au fil du temps et des découvertes, les procédés et instruments associés ont été améliorés et se sont multipliés jusqu'à devenir une spécialité : la médecine nucléaire. Quelles sont les principales techniques utilisées et à quelles fins ?

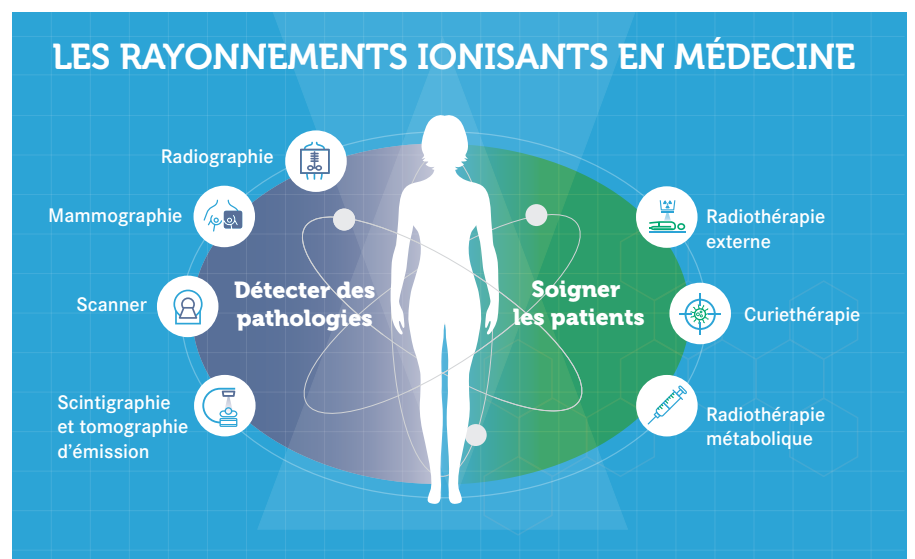
Il existe aussi des méthodes d'imagerie dite « fonctionnelle », qui permettent d'observer la structure et le fonctionnement d'un organe et de détecter inflammations, infections ou tumeurs. Les deux techniques les plus courantes sont la scintigraphie et la tomographie par émission de positons (TEP). La première consiste à

### Rayonnements : des traitements de plus en plus ciblés

Les radioéléments sont également utilisés pour traiter des maladies. Les cancers en priorité. Diverses techniques de radiothérapie se sont ainsi développées, utilisant différentes sources radioactives. Leur principe est commun : irradier les cellules

### Un diagnostic optimal

L'imagerie médicale (radiologie) est sans doute celle qui a le plus bénéficié des recherches. Pour détecter fractures ou anomalies, la radiographie et le scanner ont vu le jour. Tous deux utilisent des rayons X, c'est-à-dire des rayonnements électromagnétiques de haute puissance. Capables de traverser le corps, ils atteignent ensuite le film photosensible dont est équipé un appareil de radiographie, ou les capteurs de scanners, pour produire des images des tissus à analyser. On parle ici d'imagerie morphologique.





cancéreuses pour altérer leur ADN, les empêcher de se multiplier, et finalement les détruire, tout en préservant le mieux possible les tissus sains et les organes avoisinants. Les professionnels de santé peuvent avoir recours à des méthodes de radiothérapie externe, de protonthérapie ou de curiethérapie. Les deux premières consistent à irradier les cellules *via* une source située à distance du patient ; la seconde, à introduire les sources radioactives directement au contact ou à l'intérieur de la tumeur (radiothérapie métabolique). •

#### EN FRANCE

le secteur médical représente **35 %** de l'exposition moyenne de la population aux rayonnements ionisants (source IRSN - [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr))

### MÉDECINE ET DÉCHETS RADIOACTIFS : QUEL EST LE RÔLE DE L'ANDRA ?

Les établissements de santé utilisant des radionucléides sont tenus de transmettre chaque année à l'Andra un inventaire des déchets radioactifs qu'ils détiennent. Les déchets contaminés (effluents liquides ou gazeux, aiguilles, gants, compresses, tubes, etc.) sont conditionnés dans des emballages adaptés. S'ils contiennent ou sont contaminés par des radionucléides de période\* radioactive inférieure à 100 jours, ils seront entreposés sur place dans des locaux spécifiques jusqu'à ce que leur radioactivité ait spontanément disparu, avant d'être éliminés comme des déchets non radioactifs.

Les déchets dont la période radioactive est supérieure à 100 jours sont quant à eux collectés par l'Andra puis regroupés au Cires (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage) avant d'être traités, conditionnés, puis, selon leur catégorie, soit stockés soit entreposés pour les déchets ne disposant pas encore de solution de stockage.

\*période radioactive (ou demi-vie) : temps nécessaire pour que la moitié des atomes se désintègrent naturellement.



#### Michel Bourguignon

Professeur de biophysique et médecine nucléaire (Université Paris Saclay – UVSQ) et ancien commissaire de l'ASN

## « GARE AUX RISQUES DE SUREXPOSITION »

### Comment les rayonnements ionisants ont-ils fait évoluer la médecine ?

**Michel Bourguignon :** Qu'il s'agisse de prévention, de détection ou de traitement, la médecine s'est vue enrichie grâce aux techniques utilisant les rayonnements ionisants : rayons X et radioactivité. Avant les techniques d'imagerie développées en radiologie et en médecine nucléaire notamment, on pouvait attendre des semaines pour avoir un diagnostic. Et l'usage des rayonnements continue de se développer vers des actes radioguidés, par exemple chirurgicaux, plus précis et moins invasifs.

### Pour autant, vous expliquez que l'utilisation des rayonnements ionisants n'est pas anodine...

**M. B. :** Effectivement. Même si la balance bénéfice risque est indéniable, ces différentes techniques exposent les patients à des doses de radiation qui, si elles se répètent et/ou sont trop importantes, peuvent engendrer des effets néfastes pour la santé. En France par exemple, l'imagerie médicale est devenue la première source d'exposition aux rayonnements ionisants, devant les rayonnements naturels.

### Que fait-on pour contrôler l'utilisation des techniques irradiantes en médecine ?

**M. B. :** Pour l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), en charge du contrôle de la radioprotection dans le domaine médical, comme pour les professionnels de santé et les associations de protection des patients, l'objectif est clair : il faut maîtriser ces expositions. C'est pour cette raison que deux grands principes doivent guider tout recours à ces techniques, notamment pour l'imagerie : justification et optimisation. C'est pourquoi la réglementation oblige les médecins à justifier leur demande et les radiologues à la confirmer, à optimiser la réalisation de l'examen et à donner des informations sur les doses de rayonnements délivrés. De plus, un guide du bon usage des examens d'imagerie médicale (justification) ainsi qu'un guide des procédures (optimisation) ont été mis au point par les professionnels à la demande de l'ASN. Au-delà, il faudra augmenter le parc d'imagerie médicale à résonance magnétique (IRM), une technique qui se substitue de mieux en mieux au scanner et n'émet pas de rayonnements ionisants.

### Comment sensibiliser les patients à cette question ?

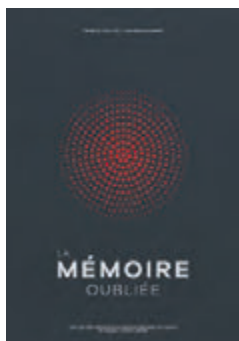
**M. B. :** Si l'investissement dans du matériel moderne et adéquat et l'implication des médecins sont indispensables, la vigilance des patients et leur confiance envers les professionnels de santé sont aussi centrales. Pour soigner une fracture de l'avant-bras, il suffit de faire une radio, réduire la fracture, mettre un plâtre et attendre environ 6 semaines pour que ça se répare. Pas la peine de faire une radio toutes les semaines !



## MÉMOIRE

## COMMENT SE SOUVENIR DE CIGÉO ? UNE BD DE SCIENCE-FICTION NOUS INTERPELLE

« **La Mémoire oubliée** », bande dessinée de science-fiction imaginée par le groupe de réflexion sur la mémoire du Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne, est parue en novembre dernier et est désormais disponible en lecture libre sur le site internet de l'Andra. Ce support inédit interpelle sur les enjeux de la préservation et la transmission de la mémoire des centres de stockage de déchets radioactifs. L'intérêt des planches de dessins ? Proposer à tous une aventure en images qui pousse à réfléchir...



Dans un futur lointain, près de l'actuelle commune de Bure, Paul découvre une présence mystérieuse enfouie sous la forêt. Un

« trésor » peut-être ? Répondre à cette question sera la quête de sa vie, alors que parallèlement son fils, Samuel, mène sa propre enquête. Ainsi débute l'aventure de *La Mémoire oubliée*. Cet album de bande dessinée relate une fiction dans un monde qui a « oublié » Cigéo, le projet de centre de stockage profond pour les déchets radioactifs les plus dangereux. Imaginées par le groupe de réflexion sur la mémoire en Meuse/Haute-Marne (groupe de travail constitué d'une vingtaine de volontaires rassemblant des riverains, des élus locaux, des acteurs de la vie associative, etc.), ces planches de dessins interpellent en effet sur la mémoire à bâtir des lieux de stockage de déchets radioactifs. Une démarche qui fait écho au programme Mémoire de l'Andra qui a pour objectif de préserver le souvenir de l'existence des centres de stockage et de transmettre les informations concernant leur conception et les déchets qu'ils abritent.



De 7 à 77 ans, le 9<sup>e</sup> art est capable de sensibiliser un large public. « *Cela nous*

*change des dépliants habituels. Ce bel objet d'édition donne envie de s'intéresser au sujet* », confiait un invité lors de la soirée « interactive » de présentation de l'ouvrage, au château du Grand Jardin de Joinville. « *Une BD aborde le sujet de façon plus accessible que certains débats un peu houleux* », abonde un autre.



### Une œuvre artistique et collective

« *Le groupe mémoire voulait traiter du "très sérieux" avec un peu de "fun"*, relate Franck Juillot, de la société Ambigram, co-auteur de *La Mémoire oubliée*. *L'idée d'une BD a alors émergé.* » Or, pour l'élaborer, il leur fallait contacter des spécialistes, tant pour le dessin que le scénario. La BD, support ludique de prime abord, est en fait un métier rigoureux et de longue haleine. « *Diverses étapes sont à respecter : écriture, découpage, crayonnage, story-board, ancrage, colorisation, etc.* », explique le dessinateur bourguignon Yas Munasinghe. Pendant 24 mois, les deux auteurs ont transcrit sur les planches les idées des bénévoles du groupe Mémoire. Comment transmettre la mémoire de Cigéo de génération en génération ? Quelles traces nos descendants auront-ils conservées de notre passé ?

Les issues possibles de cette transmission mémorielle ont suscité de nombreuses interrogations...

« *Les avis divergeaient parfois, mais ont finalement été un enrichissement pour le rendu final* », remarque Thierry Willy, membre du groupe Mémoire. Parvenir au consensus a en effet été une gageure car la concertation entre les membres du groupe s'est jouée à tous les niveaux, « *du scénario de A à Z au choix des coloris* », précise le bénévole. Tous étaient toutefois d'accord pour se tourner vers les plus jeunes et adapter dans ce sens les choix scénaristiques et visuels.

### Un vecteur de mémoire supplémentaire

L'œuvre s'ajoute aux nombreux vecteurs de mémoire auxquels l'Andra s'intéresse dans le cadre de ses réflexions sur la conservation et la transmission de la mémoire : archives, archéologie des paysages, sémiotique ou encore art. Franck Juillot salue le rendu final. « *On y trouve tous les codes de la BD fantastique : un "méchant", un "faux méchant", un animal avec un "6<sup>e</sup> sens", etc.* » Et... un happy end ? À vous maintenant de le découvrir...

### Vous n'avez pas encore lu la BD ?

Rendez-vous sur <http://bit.ly/2xruPbn> •





# Stockage des déchets radioactifs : la situation à l'international



Les pays qui utilisent les propriétés de la radioactivité, que ce soit pour produire de l'énergie, pour la médecine et la recherche, ou pour certaines activités industrielles ou militaires, sont tous confrontés à cette même responsabilité : gérer en toute sûreté et sécurité, sur le long terme, les déchets générés par ces activités, dont certains resteront radioactifs pendant plusieurs centaines de milliers d'années. Si la maturité des filières de stockage des déchets radioactifs varie d'un pays à l'autre, la coopération internationale est indispensable. Pilotage de projets internationaux, accueil et formation d'experts étrangers, partage et transfert de connaissances... L'Andra participe activement à cette coopération et partage son savoir-faire et son expérience.



# Une dynamique collective

Des organisations très rigoureuses de gestion des déchets radioactifs existent un peu partout dans le monde. Si certains pays sont plus avancés que d'autres, tous convergent vers les mêmes solutions, et des progrès très importants ont été faits ces dernières décennies. État des lieux.



Centre de stockage d'El Cabril en Espagne.

D'où proviennent les déchets radioactifs produits sur notre planète ? Pour la majorité d'entre eux, des 452 réacteurs nucléaires en fonctionnement dans le monde. Ils produisent trois types de déchets radioactifs : les déchets liés à leur exploitation et à leur maintenance comme des vêtements, des outils, des ferrailles ou des gravats (majoritairement de faible et moyenne activité à vie courte [FMA-VC] et de très faible activité [TFA]), les combustibles nucléaires usés et les déchets issus de leur retraitement lorsque les pays ont fait ce choix (déchets de moyenne activité à vie longue [MA-VL] et de haute activité [HA]), enfin les déchets de démantèlement des installations nucléaires (majoritairement TFA et FMA-VC).

Tous les pays ne sont pas producteurs d'énergie nucléaire, cependant, tous utilisent la radioactivité dans d'autres secteurs d'activité qui génèrent eux aussi, parfois indirectement, des déchets radioactifs : la

recherche, le secteur médical et l'industrie. « *Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte sont de loin les volumes les plus conséquents de déchets radioactifs produits dans le monde* », précise Stefan Mayer de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). *Les déchets les plus dangereux (HA) correspondent à un très faible pourcentage de ce volume, mais représentent la quasi-totalité de la radioactivité, comme c'est le cas en France.* »

## Des contextes variés de mise en œuvre

Si la grande majorité des pays a opté pour une classification des déchets selon leur niveau d'activité (très faible, faible, moyenne ou haute activité) et leur durée de vie (très courte, courte ou longue), plusieurs facteurs influent sur la mise en œuvre d'une gestion à long terme des déchets radioactifs.

Le nombre de réacteurs, en premier lieu. Très variable d'un pays à l'autre, il implique des stocks de déchets plus ou moins importants à gérer. On compte

par exemple 99 réacteurs en fonctionnement aux États-Unis, un réacteur en Arménie, en Iran ou aux Pays-Bas. La France, pour sa part, disposait de 58 réacteurs nucléaires en fonctionnement fin 2019. Par ailleurs, certains pays ont fait le choix de retraiter le combustible utilisé des centrales nucléaires pour le réutiliser en partie (ainsi 96 % sont extraits et gérés comme matière valorisable et 4 % considérés comme déchets), d'autres le considèrent entièrement comme un déchet radioactif ultime.

L'environnement géologique conditionne également le mode de stockage : argile, granite, sel ou calcaire, situé à plus ou moins grande profondeur...

Enfin, l'orientation des politiques énergétiques est un facteur important dans l'élaboration des stratégies de gestion des déchets radioactifs.

À l'heure où certains pays renoncent à l'énergie nucléaire (Corée du Sud, Belgique, Suisse ou encore Espagne - voir pages suivantes) d'autres développent ou engagent leur programme électronucléaire : la Chine,





les Émirats arabes unis, l'Inde, l'Égypte, l'Arabie saoudite, la Turquie... Mais quels que soient leurs choix techniques et politiques, l'ensemble des acteurs est mobilisé autour d'une responsabilité commune : assurer une gestion sûre des déchets radioactifs, comme l'observe Daniel Delort, responsable du service des relations internationales de l'Andra : *« Les nouveaux entrants dans l'industrie électronucléaire intègrent très tôt la problématique de gestion à long terme des déchets. Les pays qui ne sont pas nucléarisés et qui ne peuvent donc pas compter sur des ressources financières futures du nucléaire pour gérer leurs déchets, décident quant à eux d'agir dès maintenant et s'impliquent dans des programmes de recherches et des projets internationaux : l'Australie, la Malaisie, la Norvège. De la même manière, les pays qui ont résolument décidé de sortir du nucléaire et de démanteler à plus ou moins long terme leurs centrales poursuivent ou relancent activement leurs programmes de gestion des déchets radioactifs. »*

### Une convergence des solutions

Dès le début de l'utilisation des technologies nucléaires, il y a soixante ans, les pays nucléarisés se sont engagés progressivement dans une réflexion sur la gestion des déchets radioactifs. *« Aujourd'hui, on dispose de l'expérience et des compétences pour mettre en œuvre des systèmes très rigoureux de gestion des déchets radioactifs »,* constate Stefan Mayer. Ils se traduisent dans la grande majorité des cas, par l'adoption de deux solutions : le stockage en surface pour les déchets TFA et FMA-VC et le stockage géologique pour les déchets les plus dangereux, MA-VL et HA. *« C'est le cas en France, mais c'est en général la référence un peu partout ailleurs. »*

#### • Des déchets TFA aux déchets FMA-VC : des stockages opérationnels

Si le stockage en surface des déchets TFA ne concerne que les pays qui ont décidé de les prendre en charge sur un centre dédié (comme la France et l'Espagne), nombreux sont ceux qui disposent à ce jour de stockage en surface de déchets FMA-VC opérationnel ou en développement. Les recherches et efforts



## « IDKM » : le pari de la mémoire relevé à l'international



Réunion de lancement des partenaires d'IDKM

Tous les pays concernés par la gestion des déchets radioactifs réfléchissent à la manière dont on pourra, sur des échelles de temps allant de quelques années à plusieurs millénaires, transmettre aux générations qui nous suivront, les informations essentielles concernant les centres de stockage. Sous l'égide de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN), la plateforme de réflexion internationale IDKM (*pour Information, Data and Knowledge Management\**) vise à bâtir les solutions de conservation de la mémoire les plus résistantes à l'oubli avec un maximum d'acteurs concernés (opérateurs du nucléaire, exploitants d'installations de stockage, autorités de sûreté, chercheur, spécialistes des archives institutionnelles, etc.).

### « Du berceau à la tombe »

Comment s'assurer que tous les savoirs d'une génération de professionnels peuvent se transmettre à ses successeurs ? Comment maintenir à niveau les compétences sur des projets au long cours ? Autant de questions qui se révèlent particulièrement cruciales dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs. *« Notre secteur d'activité génère un volume extrêmement conséquent de connaissances qu'il faut, de plus, conserver très longtemps, explique Jean-Noël Dumont, responsable du programme Mémoire de l'Andra. Or, disposer d'archives ne suffit pas : il faut rendre la connaissance à la fois accessible et pertinente pour nos descendants. »* Recensement et structuration des données liées à la sûreté des centres, transfert de la connaissance entre générations de professionnels, archivage de l'information, préservation de la mémoire : quatre groupes de travail structureront la réflexion des participants d'IDKM. *« L'objectif étant de couvrir le champ des données et connaissances liées d'un centre de stockage, de sa conception jusqu'à des millénaires après sa fermeture pour le stockage, des déchets les plus radioactifs en couche géologique. L'Andra s'investira d'ailleurs à plus d'un titre dans les travaux à venir. IDKM invite au partage d'expérience entre pays avancés et moins avancés sur ces problématiques. La France est aujourd'hui l'un des pays les plus avancés au monde dans son programme sur la préservation et la transmission de la mémoire. »*

\* gestion de l'information, des données et de la connaissance

se concentrent désormais surtout sur l'optimisation des solutions techniques et la prise en compte des productions futures dans les centres existants. Toutefois, quelques pays ont choisi de stocker leurs déchets FMA-VC dans des stockages géologiques (la Hongrie ou l'Allemagne par exemple). *« Ce choix ne*

*relève bien souvent pas de considérations techniques, mais plutôt de demandes sociétales ou de ressources économiques. En Allemagne par exemple, dans le contexte de la guerre froide, il était impensable à l'époque de stocker des déchets dangereux en surface »,* explique Daniel Delort.



• **Le stockage géologique : la solution de référence pour les déchets HA et MA-VL**

Pour la gestion des déchets radioactifs HA et MA-VL, le stockage en couche géologique profonde est aujourd'hui la solution de référence en France. C'est également la solution admise par la communauté scientifique et les grandes instances internationales (Commission européenne, AIEA, Agence pour l'énergie nucléaire [AEN]). « C'est en effet la solution la plus avancée et celle qui apporte le plus d'assurance pour une démonstration de sûreté à long terme. Aucune alternative ne permet d'avoir les mêmes garanties de sûreté sur de telles échelles de temps », souligne Daniel Delort. D'un pays à l'autre, différentes options sont prises en fonction des choix stratégiques concernant le combustible usé : le stockage des combustibles usés encapsulés dans des conteneurs en cuivre, en couche géologique après une période de refroidissement en entreposage (Finlande, Suède) ; le retraitement, comme en France où ce type d'opération permet de séparer les matières valorisables (plutonium, uranium) – pour les réutiliser en partie – des résidus ultimes (déchets MA-VL et HA) qui seront stockés en profondeur. En attendant l'aboutissement des projets de stockage géologique, les déchets HA et MA-VL sont le plus souvent entreposés sur leurs sites de production.

**L'Europe, un temps d'avance**

Aujourd'hui, la Finlande, la Suède et la France sont les trois pays dont les projets sur le stockage géologique sont les plus avancés. La construction du premier stockage profond, Onkalo, a démarré en Finlande dans une roche granitique, en 2016. En Suède, l'entreprise qui gère les déchets radioactifs (SKB) a déposé

en 2011 son dossier de demande d'autorisation de construction d'un stockage dans le granite. En 2018, l'autorité de sûreté locale a rendu un avis favorable tandis que la cour environnementale a recommandé de nouvelles études sur le comportement à long terme des conteneurs en cuivre. SKB a transmis les résultats de ses études complémentaires et c'est désormais au gouvernement suédois de prendre une décision en s'appuyant sur ces recommandations. En France, l'Andra s'apprête à déposer le dossier d'autorisation de création du centre industriel de stockage géologique Cigéo. Dans les autres pays, les programmes sont en cours d'étude. Le Canada, le Royaume-Uni, le Japon ou encore la Suisse sont par exemple engagés dans un processus de recherche de site. Enfin, dans certains pays où les volumes de déchets sont faibles, on entrepose sur plusieurs décennies, en attendant une meilleure visibilité sur le futur de l'énergie nucléaire et les stockages géologiques.

**Une recherche très active à l'international**

Les recherches scientifiques et technologiques concernant le stockage profond sont notamment effectuées à partir de laboratoires souterrains. Certains pays disposent déjà de leurs propres installations. C'est le cas notamment des pays les plus avancés comme la Finlande (laboratoire Onkalo de Posiva), la France (laboratoire de l'Andra en Meuse/Haute-Marne) ou la Suède (laboratoire Aspö de SKB), mais également, de la Suisse (les laboratoires au Mont Terri et à Grimsel), de la Belgique (laboratoire Hades du groupement d'intérêt économique Euridice, à Mol) ou encore du Japon (laboratoire à Horonobe et Mizunami de la JAEA). Les études et recherches



**Le cas du WIPP**

Ouvert aux États-Unis en 1999, au Nouveau-Mexique, dans une formation géologique saline à 700 m de profondeur, le WIPP (*Waste Isolation Pilot Plan*) est actuellement le seul centre en exploitation au monde à stocker une partie de ses déchets radioactifs les plus dangereux en couche géologique : les déchets transuraniens (contaminés par des éléments radioactifs de numéro atomique supérieur à celui de l'uranium). L'installation est toutefois réservée à ce type de déchets issus du programme militaire américain. En février 2014, deux accidents ont entraîné la mise en sécurité automatique du site et la suspension de son exploitation. Le département de l'énergie américain a autorisé un redémarrage du WIPP fin 2016, après avoir confirmé l'absence d'impact notable en dehors de l'installation et que toutes les mesures correctives avaient été prises (bilan des accidents et réexamen de sûreté, renforcement des règles d'exploitation, plan de restauration de l'installation, etc.). Les enseignements de cet événement ont été intégrés dans les études de conception du projet Cigéo.



Visite des installations du WIPP.

menées dans ces laboratoires visent une compréhension de la roche hôte (argile ou granite) et des interactions entre les futurs composants des stockages, ainsi que le développement de technologies nécessaires à leur construction puis leur exploitation et leur fermeture. D'autres laboratoires sont en projet ou en construction, par exemple en Chine ou en Russie, avec pour objectif à plus long terme de concevoir des centres de stockages souterrains. Malgré des situations différentes, ces différents pays s'accordent sur le fait que d'ici 2050, ils exploiteront un laboratoire ou un stockage. •



Suède : le projet de stockage des combustibles usés à Forsmark



# Quelles sont les grandes instances de coopération internationale ?



Le siège de l'AIEA à Vienne (Autriche)

« utilisation sûre, sécurisée et pacifique de la science et des technologies ».

Parmi ses missions : l'inspection des activités et des installations nucléaires dans le monde, le développement de la coopération internationale et des normes de sûreté et sécurité, l'élaboration de recommandations et procédures internationales, la gestion de crise (urgences radiologiques), etc.

## L'AEN : une expertise de référence

L'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) est une agence spécialisée de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Située en France, elle aide ses 33 pays membres à maintenir et à approfondir leurs expertises dans le domaine de l'énergie nucléaire. L'AEN réunit les États les plus nucléarisés et s'intéresse plus particulièrement aux sujets prospectifs : gestion des connaissances, dialogue avec les parties prenantes, réversibilité du stockage des déchets radioactifs, etc. •

## L'AIEA : « L'atome au service de la paix et du développement »

Créée en 1957 et basée à Vienne, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) est au cœur de la coopération internationale dans le

domaine du nucléaire. Sa genèse remonte au discours « L'atome pour la paix », prononcé par le président des États-Unis, Dwight D. Eisenhower, devant l'Assemblée générale des Nations unies le 8 décembre 1953. Elle est chargée de promouvoir, avec ses 171 États membres, une

### LA PAROLE À

Stefan Mayer, Team Leader - Gestion des déchets radioactifs, Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)

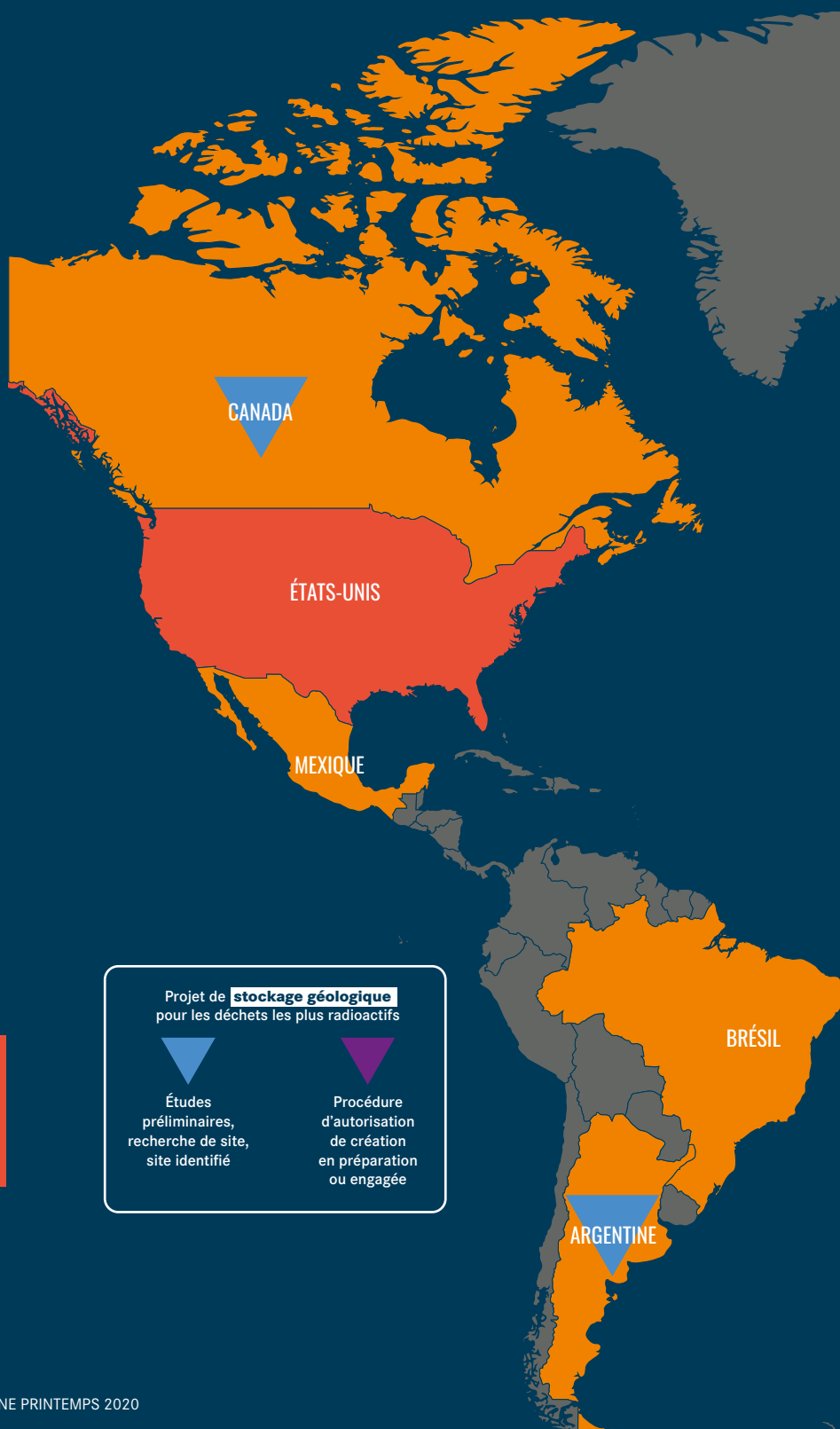


« Les échanges et les transferts de connaissances entre les pays ont permis ces dernières décennies, une prise en charge des déchets radioactifs dans un système global de gestion extrêmement rigoureux. Il nécessite une coopération étroite des agences chargées de la gestion des déchets et des entreprises qui utilisent les technologies nucléaires. C'est la grande leçon de ces vingt dernières années. Développer un programme de stockage à long terme, c'est d'abord assurer l'impératif d'évaluer sa sûreté et sa sécurité à long terme, mais c'est aussi l'insérer dans un contexte normatif et sociétal. Les programmes les plus avancés l'ont démontré. Il est indispensable que le développement de ces projets et les décisions qui y sont liées s'effectuent dans des cadres législatifs clairs qui prennent étroitement en compte les droits et les responsabilités des différentes parties prenantes. C'est une condition désormais bien comprise et acceptée par les organisations qui portent ces programmes, mais chaque pays doit trouver la bonne manière de le faire. »



# Panorama mondial : où en sont les autres pays ?

Quels que soient les volumes de déchets produits, la très grande majorité des pays utilisant les propriétés de la radioactivité sont aujourd'hui engagés dans le développement de solutions de gestion à long terme des déchets radioactifs, qu'elles soient opérationnelles ou en projet.



## SOLUTION(S) DE GESTION À LONG TERME DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Projet(s)  
de stockage

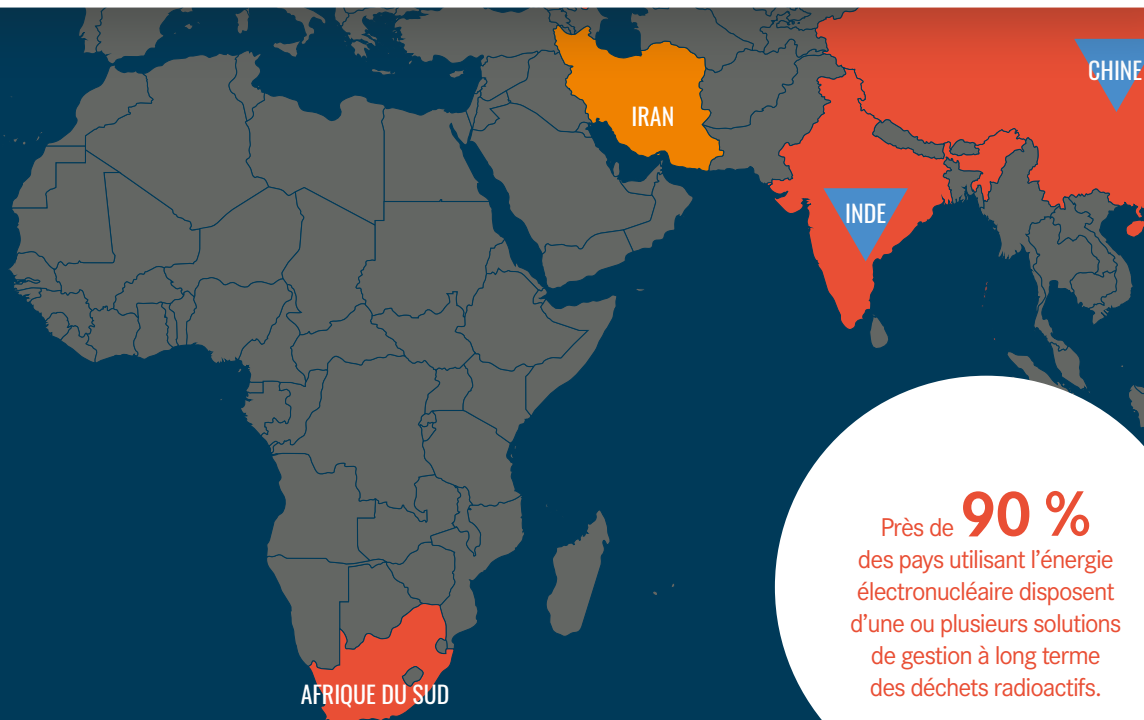
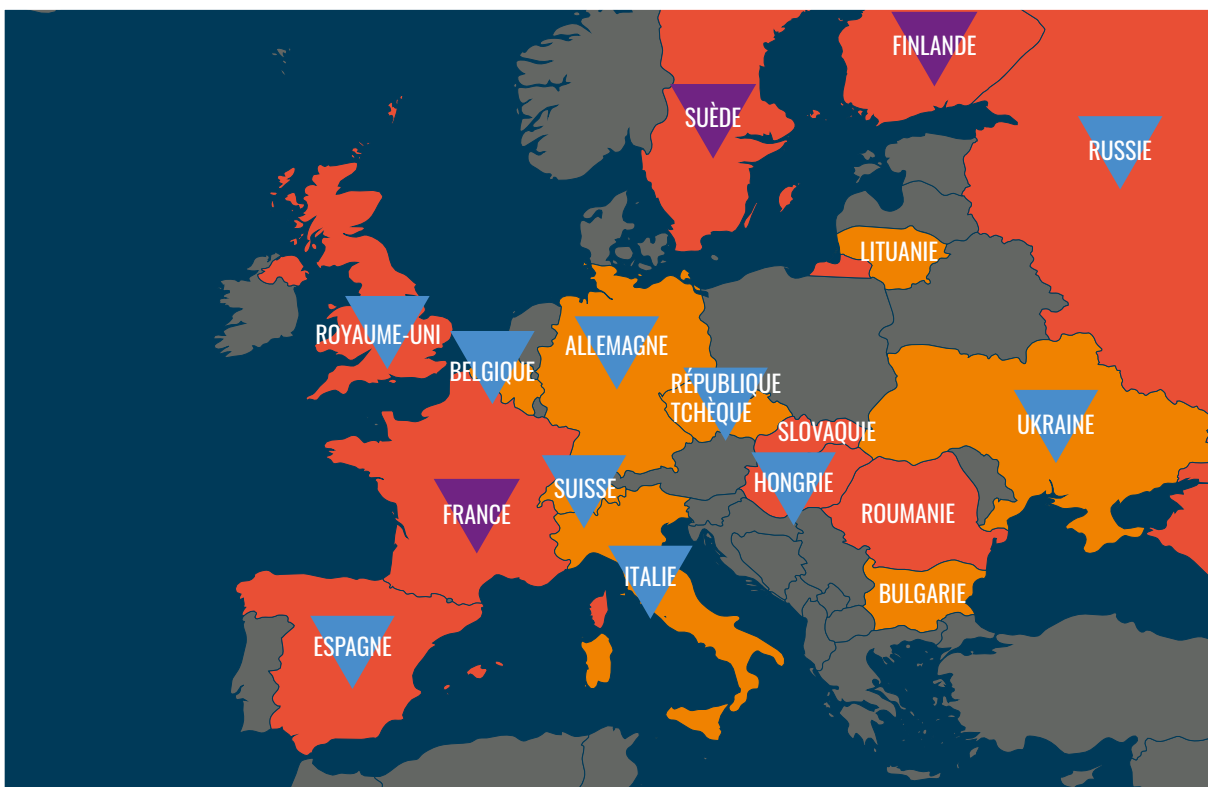
Stockage(s)  
en exploitation

Les stockages en exploitation concernent en majorité les déchets de faible et moyenne activité à vie courte et sont principalement en surface

Projet de **stockage géologique**  
pour les déchets les plus radioactifs

Études  
préliminaires,  
recherche de site,  
site identifié

Procédure  
d'autorisation  
de création  
en préparation  
ou engagée



Près de **90 %**  
des pays utilisant l'énergie  
électronucléaire disposent  
d'une ou plusieurs solutions  
de gestion à long terme  
des déchets radioactifs.



## Focus sur 3 pays européens

À l'heure où certains pays se lancent dans l'exploitation de l'énergie nucléaire et où d'autres font le choix d'y renoncer, mettre en œuvre des solutions responsables et à long terme pour gérer les déchets radioactifs est un impératif, notamment dans la perspective du démantèlement des installations nucléaires...



### SUISSE

## Deux projets de stockages géologiques pour l'ensemble des déchets radioactifs

### Irina Gaus

Responsable Recherche & Développement à la Nagra, société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs

#### Vos projets et solutions de stockage

Dès les années 1980, la Suisse a fait le choix de stocker tous ses déchets radioactifs dans deux centres de stockage géologique profonds, l'un pour les déchets de faible et moyenne activité à vie courte, l'autre pour les déchets de haute et moyenne activité à vie longue. Nos déchets sont conservés sur leurs lieux de production (sites des centrales),

ainsi que dans un entreposage centralisé, exploité par la société Zwiilag.

Deux roches d'accueil sont étudiées dans deux laboratoires scientifiques distincts : celui du Grimsel, dans le granite du Massif de l'Aar, et celui du Mont Terri, construit dans une couche d'argile. Si le Grimsel reste un laboratoire de recherche international très actif, la Suisse a abandonné l'option du granite pour le stockage. Comme en France, nos projets se dessinent aujourd'hui dans une couche argileuse. Leurs concepts de sûreté sont aussi très proches de votre projet Cigéo.

#### Où en êtes-vous aujourd'hui ?

Depuis 2008, nous sommes à la recherche de sites pour implanter les stockages. Cette recherche s'inscrit dans le cadre d'un Plan sectoriel (plan d'aménagement de la Confédération helvétique) qui réduit étape par étape le nombre de possibilités d'implantations et organise une concertation transparente, équitable et participative avec la population et les acteurs concernés. À l'étape actuelle de la procédure, trois sites dans le Nord de la Suisse sont encore en lice et font l'objet d'investigations géologiques approfondies.

#### Les prochaines étapes ?

La Nagra annoncera en 2022 pour quels sites elle entend déposer une demande d'autorisation générale. Celle-ci sera soumise à l'approbation du Conseil fédéral en 2024, pour une mise en exploitation prévue aux alentours de 2050 - 2060. Parallèlement, la population suisse s'est prononcée en 2018 en faveur d'une stratégie énergétique qui prévoit la sortie du nucléaire à l'horizon 2050. La fermeture et le démantèlement de nos cinq réacteurs nucléaires sont programmés sur les dix années à venir, l'un d'entre eux a déjà été arrêté fin 2019.



Maquette d'une alvéole de stockage pour le combustible usé dans le laboratoire du Mont Terri (Suisse)



### Des événements qui fédèrent la communauté internationale

Tout au long de l'année, des événements internationaux permettent aux acteurs scientifiques et institutionnels de partager leurs connaissances autour de la gestion des déchets radioactifs. L'Andra participe aux grandes conférences que sont *Waste Management (WM)*, la conférence internationale sur le stockage géologique (ICGR), mais aussi à des événements plus ciblés et thématiques.

La participation de l'Agence est destinée à présenter et expliquer ses concepts et résultats, mais aussi à confronter ceux-ci aux approches de ses homologues. Elle vise également à faire progresser sa propre réflexion et à valoriser son savoir-faire. En 2021, l'Andra organisera, à Nancy, la *Clay Conference* (événement scientifique mondial sur les milieux et matériaux argileux).



## ESPAGNE

## Un projet d'entreposage temporaire pour les déchets les plus radioactifs

**Inmaculada Lopez Diaz**

Cheffe du département Ingénierie d'Enresa, organisme national de gestion des déchets radioactifs

### Vos projets et solutions de stockage

Nos déchets radioactifs de faible et moyenne activité sont stockés dans un centre industriel situé à El Cabril (région de Cordoue), exploité par Enresa. Depuis 2011, une section spécifique de cette installation reçoit également les déchets de très faible activité. Les déchets de haute activité et le combustible usé sont entreposés en piscine et dans des installations d'entreposage à sec sur les sites des centrales en exploitation. En attendant de mettre en œuvre un stockage géologique profond qui les accueillera à terme, nous développons, depuis dix ans, un projet d'entreposage centralisé temporaire : ATC (*Almacén Temporal Centralizado*).

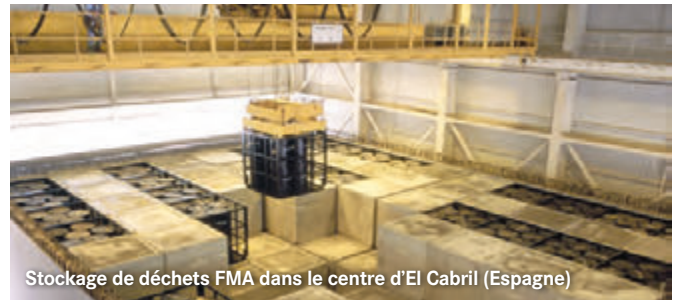
### Où en êtes-vous aujourd'hui ?

Pour l'implantation d'ATC, un processus de sélection des sites a permis d'aboutir au choix de Villar de Cañas (région de Cuenca). De nombreuses études et travaux préliminaires

ont déjà été réalisés. Le Conseil de sûreté nucléaire avait émis un avis favorable à l'obtention d'une autorisation de création, mais le projet a été arrêté pour des raisons politiques, fin 2018. Aujourd'hui, nous ne savons pas ce qui sera décidé.

### Les prochaines étapes ?

La politique énergétique du pays prévoit une fermeture de tous les réacteurs nucléaires d'ici 2035. Sept réacteurs seront démantelés dans les quinze années à venir, ce qui nécessitera d'augmenter les capacités de stockage d'El Cabril aux alentours de 2028. Nous attendons une autorisation d'extension pour 2022. Concernant le combustible usé et les déchets de haute activité, nous espérons que le prochain plan général de gestion des déchets radioactifs dissipera les incertitudes relatives à ATC. Le Gouvernement a également pour but d'avancer vers la concrétisation du stockage géologique profond, pour une mise en service d'ici 2068.



Stockage de déchets FMA dans le centre d'El Cabril (Espagne)



## BELGIQUE

## La construction d'un stockage en surface attendue pour 2022

**Sigrid Eeckhout**

Responsable communication de l'Ondraf (organisme national de gestion des déchets radioactifs)

### Vos projets et solutions de stockage

Depuis les années 1980, tous nos déchets radioactifs sont entreposés sur leur site de



Laboratoire souterrain Hadès à Mol (Belgique)

production ou sur le site d'entreposage temporaire de Dessel, en attendant la réalisation de deux projets de stockage définitif : l'un en surface, à Dessel, pour les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (aussi appelés déchets A) et l'autre en profondeur, pour les déchets de moyenne et haute activité à vie longue (déchets dits B et C).

### Où en êtes-vous aujourd'hui ?

Les recherches menées depuis quarante ans dans notre laboratoire scientifique souterrain, Hadès, situé à -225 m dans une couche argileuse à Mol ont montré que le stockage profond dans l'argile est une solution intéressante et sûre. Parallèlement, ces vingt dernières années, nous avons développé une approche partenariale et participative avec la population belge pour étudier les conditions (techniques, économiques, sociales...) de stockage des déchets les moins radioactifs. Pour ce projet de

stockage en surface des déchets de faible et moyenne activité à vie courte, nous avons déposé en 2019, un dossier de demande d'autorisation de création auprès de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN).

### Les prochaines étapes ?

Nous attendons une autorisation de création du projet de stockage en surface en 2022, pour un début d'exploitation en 2025. En ce qui concerne le stockage des déchets de moyenne et haute activité, nous attendons une autorisation sur le principe du stockage géologique, qui doit nous permettre de lancer un processus décisionnel pour le choix d'un site. Par ailleurs, en 2003, la Belgique a voté une loi de sortie progressive de l'énergie nucléaire. À partir de 2025, l'exploitant des centrales nucléaires commencera le démantèlement de ses réacteurs. •



# L'Andra partage son expertise



Si chaque pays est responsable de la gestion de ses déchets radioactifs, la réflexion à l'international est nécessaire pour progresser sur cette problématique complexe. L'Andra y participe activement. Objectif : contribuer à une gestion responsable et durable des déchets radioactifs dans

le monde, partager son savoir-faire à l'international et nourrir sa réflexion... comme celle de ses homologues. Les explications de Daniel Delort, responsable du service des relations internationales de l'Andra.

## Quelle est la place de l'Andra au sein des grandes instances internationales ?

L'Andra siège au sein des commissions dédiées aux déchets radioactifs de l'AEN et de l'AIEA (cf. p. 19).

Les instances internationales sont des lieux privilégiés d'information, de partage de connaissances, et de réflexions. L'Andra participe aux groupes de travail, comités et événements qu'elles animent sur des questions qui peuvent être scientifiques, technologiques, sociétales. L'AEN a par exemple animé un travail très important sur la réversibilité du stockage de déchets radioactifs auquel nous avons fortement contribué.

## Dans quel objectif l'Andra s'y implique-t-elle ?

Il s'agit d'élaborer ensemble une vision partagée des solutions de gestion et de promouvoir les standards internationaux. Les problématiques et les risques associés aux déchets radioactifs dépassent les frontières. Il est indispensable de créer du consensus sur les bonnes pratiques et les attitudes responsables liées à la gestion de ces déchets. À travers notre participation, nous partageons nos positions et notre expérience pour en faire bénéficier les autres pays. Mais le retour d'expérience des pays étrangers au sein de ces

instances nourrit et accélère également nos propres réflexions.

## En dehors de ces deux instances, comment collaborez-vous avec les autres pays ?

Il y a une véritable émulation à l'international. Les échanges – programmes de recherche, groupes de réflexion, séminaires – sont essentiels pour avancer et s'enrichir mutuellement. Nous avons signé à ce jour une vingtaine d'accords de coopération bilatéraux ou multipartites avec les principales agences ou organismes nationaux. C'est le cas par exemple avec Enresa, notre homologue espagnol, sur la gestion des déchets en surface, ou encore avec les Belges et les Suisses sur la fermeture des stockages. Nous avons aussi un accord de coopération avec l'Allemagne qui relance son projet de stockage géologique profond, après une longue période d'arrêt de ses recherches. Comment vont-ils reprendre le dialogue avec la population et mettre à jour leurs connaissances ? Voilà des challenges très intéressants et très enrichissants pour nous. Nous avons également des affinités avec l'Angleterre qui développe beaucoup d'outils technologiques de tri ou de traitement des déchets.

## Comment la gestion française des déchets radioactifs est-elle perçue à l'international ?

La France est l'un des pays les plus avancés dans la gestion de ses déchets radioactifs. Notre modèle est observé à l'international. Beaucoup de pays qui démarrent leur programme électronucléaire font d'ailleurs appel à l'Andra, parfois dans le cadre de l'AIEA, pour les accompagner dans la mise en place d'une politique de gestion de leurs déchets radioactifs : je pense à l'Égypte, l'Arabie saoudite, la Turquie, notamment. Des accords de coopération nous permettent d'aider ces pays à travers des visites de nos installations ou des formations. Nous avons par exemple beaucoup collaboré avec la Corée du Sud, la Hongrie, ou l'Espagne par le passé. Depuis, ces pays adoptent des stratégies proches des nôtres. Nous développons également une offre commerciale avec des États qui nous interrogent sur des questions précises : définition et mise en place d'une agence de gestion des déchets, concept de stockage, radioprotection... Nous participons et organisons des colloques internationaux, des conférences, etc. Autant d'échanges très constructifs qui contribuent au partage du savoir-faire de l'Andra à l'international.



Visite d'une délégation du CNPE (China Nuclear Power Engineering) au Centre de stockage de la Manche en novembre 2019.





# Les sites de l'Andra : un retour d'expérience concret pour les partenaires étrangers

En 2019 environ 1 000 visiteurs étrangers sont venus à la rencontre des experts de l'Andra. Japonais, espagnols, malaisiens, bangladais, britanniques, égyptiens... Chaque année, les pays étrangers sont nombreux à découvrir les centres de l'Andra à l'occasion d'une visite scientifique, d'un séminaire ou d'une formation. Leur point commun: ils cherchent à perfectionner leur expertise sur la gestion des déchets radioactifs.

L'Andra fait figure de « doyenne » à l'international: « *Le Centre de stockage de la Manche a ouvert ses portes il y a cinquante ans, rappelle Soufiane Mekki, chargé de coopération et de développement à l'international à l'Andra. Notre expérience de longue date est régulièrement promue par les instances internationales. Elle intéresse nos homologues, tout comme le dispositif législatif et réglementaire français associé, et ce quel que soit leur stade d'avancement dans la gestion de leurs déchets radioactifs* »: des pays qui n'ont pas d'énergie nucléaire avec des déchets radioactifs produits par le secteur médical et la recherche comme l'Australie, des « nouveaux entrants » dans le domaine de l'énergie nucléaire à la

recherche d'une démonstration de sûreté robuste (Égypte, Turquie, Émirats arabes unis), ou encore des pays avancés en matière de gestion de déchets et préparant la couverture et la fermeture de leur stockage de surface ou en recherche de site pour un stockage géologique profond (Chine, Russie, Belgique). Parmi les nombreux visiteurs sur les sites de l'Andra, plus d'une vingtaine de délégations de douze nationalités différentes ont par exemple franchi les portes des centres de l'Aube en 2019. Qu'elles fassent appel à l'Agence sur la recommandation de l'AIEA ou de leur propre initiative, toutes sont en demande de mieux comprendre les enjeux de la gestion des déchets radioactifs et d'observer de « *visu* » les pratiques et résultats obtenus en France.

## « Le modèle de gestion français a fait ses preuves »

L'expertise de l'Andra couvre toutes les catégories de déchets, « *ce qui est rarement le cas à l'international* ». Et avec un centre en phase de fermeture dans la Manche, des centres en exploitation dans l'Aube et un laboratoire de recherche souterrain en Meuse/Haute-Marne, la France constitue un « démonstrateur concret » de toute la filière. Un modèle qui a en outre fait ses preuves: « *Au cours des 28 ans d'exploitation du Centre de stockage de l'Aube, l'Andra a vu sept pays adopter successivement son concept* », souligne Soufiane Mekki.



## EURAD : un programme de recherche européen collaboratif sur les déchets radioactifs

Retenu après un appel d'offres par la Commission européenne, le programme européen de recherche et développement EURAD (*European Joint Programme on Radioactive Waste Management*) a été lancé en juin 2019. Piloté par l'Andra, ce programme a pour objectif de fédérer les efforts de recherche et partager les connaissances scientifiques et techniques d'une centaine d'acteurs européens de la gestion à long terme des déchets radioactifs (agences, évaluateurs, organismes de recherche). Pendant cinq ans, les représentants des 23 pays européens partenaires d'EURAD travailleront sur des sujets en lien avec la gestion à long terme des stockages (gestion des incertitudes et des connaissances), mais aussi sur les phases amont de la gestion (caractérisation, traitement et conditionnement des déchets, entreposage). C'est pour répondre aux enjeux de la gestion des déchets radioactifs à long terme et des projets de stockage que la Commission européenne a souhaité orienter son soutien non plus vers des initiatives ponctuelles, mais vers des programmes collaboratifs plus ambitieux comme EURAD.

Les pays nucléarisés viennent aussi observer au plus près la panoplie d'expérimentations menées au Laboratoire souterrain de l'Andra. « *Il est, avec le laboratoire du Mont Terri en Suisse, l'un des sites de recherche dans l'argile les plus développés et instrumentés au monde. Et continuera de faire l'objet d'une grande attention de nos homologues ces prochaines années.* » •



## DÉCOUVERTE CHEZ LA PETITE-FILLE DE MARIE CURIE

**Ce n'est pas tous les jours que les équipes de l'Andra sont amenées à intervenir dans des lieux aussi chargés d'histoire que la demeure d'une descendante de Marie Curie.**

**Pour la récupération d'objets radioactifs, l'Agence bénéficie en revanche d'une grande expérience... C'est même une mission de service public qu'elle assure depuis de nombreuses années.**

Hélène Langevin-Joliot vit depuis les années 1960 dans la demeure de ses parents Frédéric et Irène Joliot-Curie, prix Nobel de chimie en 1935 pour la découverte de la radioactivité artificielle. Outre la maison, de nombreux meubles, objets, tableaux qui l'entourent rappellent leur mémoire. Certains ont d'ailleurs appartenu à ses grands-parents, Marie et Pierre Curie. Parmi tous ces souvenirs, quelques objets, dont un meuble, ont été récemment envoyés au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) de l'Andra dans l'Aube. Car ils sont radioactifs.

*« Je savais que mon père, à la fin de sa vie, avait installé à la maison une sorte de petit "laboratoire" pour effectuer quelques mesures de radioactivité, et donc que certains objets, dont un étalon, devaient être radioactifs. Plus tard, un contrôle plus général fit apparaître qu'une armoire-bibliothèque ayant appartenu à Marie Curie était*

*clairement contaminée. Il y avait à l'intérieur des cartes routières dans un tiroir, et de nombreux livres ajoutés depuis. Dans ces années-là, on ne se posait pas de questions pour conserver ou déplacer des objets n'ayant que des quantités de radioactivité relativement faibles. »*

Ce n'est évidemment plus le cas aujourd'hui. Même si elle a « *passé les 92 ans* », comme elle le rappelle, Hélène Langevin-Joliot a trouvé « *raisonnable, à partir du moment où on savait qu'il y avait de la radioactivité, d'éliminer les objets porteurs de cette radioactivité* ». Le 26 février dernier et pendant huit jours, une équipe sous-traitante de l'Andra a donc aménagé la pièce où se trouvait l'armoire, pour caractériser, expertiser et conditionner les objets concernés. Une opération rare, pensez-vous ? Pas exactement. Car entre les années 1920 et les années 1960, le radium a servi à soigner et a été introduit dans des biens de consommation, avant qu'on ne mette à jour son potentiel nocif. Des objets qu'on peut parfois retrouver aujourd'hui chez les particuliers.

### Mesures, masques et hommes en blanc

Aujourd'hui, l'Andra récupère chaque année environ 100 objets radioactifs, contenant principalement du radium. « *De temps en temps, comme cela a été le cas chez Hélène Langevin-Joliot, on a des demandes pour des objets qui*

*ne sont pas connus, ou qui sont massifs, comme cette armoire* », explique Nicolas Benoit, chef de projet assainissement à l'Andra. L'opération prend alors plus d'ampleur. Elle débute par une phase de repérage, pour chiffrer le conditionnement, la caractérisation et l'enlèvement, et préparer l'intervention en termes de radioprotection. Une fois cette étape réalisée et le dossier validé par la Commission nationale des aides dans le domaine radioactif (CNAR), la deuxième phase peut commencer.

« *Et ce n'est pas une mince affaire* », confirme Hélène Langevin-Joliot. Dans son cas, les experts ont dû monter un sas dans la pièce, les dimensions de l'armoire contaminée rendant sa manipulation délicate. Vêtus de combinaisons blanches et de masques, ils ont caractérisé chaque objet, conditionné ceux qui présentaient une activité radioactive et découpé l'armoire, sous une tente de vinyle, avant de nettoyer et de tout démonter.

« *Ces objets qui entrent dans la catégorie FA-VL, pour faible activité à vie longue, seront entreposés dans le bâtiment de l'Andra prévu à cet effet au Cires, dans l'attente d'une solution de stockage adaptée. Quant aux déchets induits (morceaux de bois, tenues des opérateurs...), dits TFA, pour très faible activité, ils seront stockés dans des alvéoles de stockage au Cires* », détaille Nicolas Benoit. •





# « L'ESPRIT SORCIER » DE FRED COURANT S'EMPRE DES DÉCHETS RADIOACTIFS



**En septembre dernier, l'Andra a ouvert ses portes aux journalistes de *L'Esprit sorcier*, média web de vulgarisation scientifique. Comment rendre le sujet des déchets radioactifs accessible à tous ? Frédéric Courant, alias « Fred » revient pour nous sur les coulisses de son émission consacrée aux déchets radioactifs.**

Le duo Fred et Jamy, leur camion américain et leurs drôles d'aventures scientifiques... L'émission télévisée *C'est pas sorcier* a marqué toute une génération en mettant à portée de tous les questions de science les plus complexes. Depuis 2015, *L'Esprit sorcier* a repris le flambeau sur le web. Fred Courant, créateur de *C'est pas sorcier*, puis de *L'Esprit sorcier*, s'est rendu avec son équipe sur les sites de l'Andra dans l'Aube et en Meuse/Haute-Marne. Le résultat de leur visite : deux vidéos sur les déchets radioactifs à visionner sur *L'Esprit sorcier* et sur le site internet de l'Andra.

## Comment appréhendez-vous le sujet des déchets radioactifs ?

**Fred Courant :** Franchement au départ, j'avais un peu peur, parce que le sujet est sensible... Il était très important de ne pas faire d'amalgame avec d'autres questions, au risque de tout confondre. Notre propos est neutre. La France a décidé, qu'on le veuille ou non, de développer le nucléaire dans les années 1950. Aujourd'hui on produit des déchets, qu'est-ce qu'on en fait maintenant ? Comment assume-t-on ce choix ? On ne va pas faire comme s'ils n'étaient pas là...

## Il s'agit d'un partenariat rémunéré avec l'Andra. Ne craignez-vous pas qu'on doute de votre objectivité ?

**F. C. :** Pas du tout. Nous choisissons nos partenaires en toute transparence, car il en va de notre crédibilité ! Nous sommes là pour expliquer comment les choses fonctionnent afin de permettre aux gens de se faire leur opinion. Et c'est aussi ce que recherche l'Andra. On nous a d'ailleurs laissé filmer et monter ce qu'on voulait. Je me suis senti très à l'aise. En revanche l'Andra est très pointilleuse sur l'information scientifique. Leurs équipes ont le souci de l'exhaustivité !

## Quelle est la démarche de *L'Esprit sorcier* ?

**F. C. :** On part du factuel et on passe beaucoup de temps à interroger les scientifiques, parce qu'on veut tout comprendre. Or, pour bien appréhender ce sujet complexe, il faut aussi repartir du b-a ba : la radioactivité, les différentes catégories de déchets, etc. Par exemple, rares sont les personnes qui savent que la radioactivité naturelle existe et que certains déchets n'ont même pas le niveau de radioactivité de la radioactivité naturelle, quand d'autres au contraire sont vraiment dangereux.

## Avez-vous découvert des choses que vous ignoriez ?

**F. C. :** Justement, la question de la gestion des déchets de très faible activité (TFA) a retenu mon attention. À l'étranger, cette catégorie de déchets n'existe pas. Les TFA sont « recyclés » dans des projets de construction, par exemple. La France, au contraire, a fait le choix de créer un centre dédié à ces déchets.

## Quel regard portez-vous sur la place de la science dans les médias et l'opinion ?

**F. C. :** La place de la science est fondamentale dans notre système d'information, surtout par les temps qui courent. La science est absolument partout et elle est indispensable pour aborder et régler les questions de société et d'éthique qui se posent à nous. Aujourd'hui, grâce à internet (aux youtubeurs notamment) nous pouvons avoir accès à une information scientifique très fouillée, mais encore faut-il savoir faire le tri et prendre du recul. Il s'agit de ne pas subir les choses... Tout a une explication ! •



Retrouvez l'émission sur  
<http://bit.ly/33t7oui>



*L'Esprit sorcier* au Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne



En 2000, commençait la construction du Laboratoire souterrain de l'Andra. Depuis 20 ans maintenant, les scientifiques, les ingénieurs et les techniciens mènent des recherches et essais pour accompagner le développement du projet Cigéo.

**Retrouvez un dossier spécial sur les 20 ans du Laboratoire souterrain dans le prochain numéro!**

