



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



PRINTEMPS 2025 N° 50

le Journal de l'Andra

— ÉDITION AUBE

- **Déchets radioactifs :**
construire une gestion
responsable partout
dans le monde

P.8



Sommaire

en bref

P.4 Le groupe de réflexion
La Fabrique, c'est parti !

P.5 Déplacement d'une
charpente :
une opération
toujours délicate

tableau de bord

P.6 Les Règles d'or de l'Andra
en matière de santé
sécurité au travail



territoire

P.7 Concours Initiative Aube

P.7 Acaci : les travaux
ont commencé



dossier



P.8 Dossier

Déchets radioactifs : construire une gestion responsable partout dans le monde

P.9 Une mobilisation collective

P.10 Panorama de la gestion des déchets
radioactifs dans le monde

P.12 Les acteurs de la coopération
internationale

P.13 Déchets de très faible
à moyenne activité :
des dispositifs variés

P.16 État des lieux de la gestion
des déchets les plus radioactifs
dans le monde

P.18 Quand l'Andra partage
son expertise à l'international

portrait

P.20 Andy Moothen,
une expertise d'acheteur
au cœur des projets
de l'Andra

l'invité

P.21 Une vision globale et
prospective – Entretien
avec Jean-Paul Bouttes

reportage

P.22 Mission accomplie !
Une maison décontaminée
à Ribérac



innovation

P.24 L'Andra donne naissance à
des jumeaux (numériques)

entre nous

P.26 On vous répond
Pourquoi ne pas envoyer
les déchets radioactifs
dans l'espace ?

P.26 #Ils sont venus nous voir

P.27 Photomystère

le
Journal
del'Andra

Édition Aube N° 50

Centres industriels de l'Andra dans l'Aube

BP7 – 10200 Soullaines-Dhuys – Tél. : 0 800 31 41 51 – journal-andra@andra.fr

Directrice de la publication : Gaëlle Saquet • Directeur de la rédaction : Antoine Billat • Rédactrice en chef : Sophie Dubois • Ont participé à la rédaction : Alexia Attali, Yann Cabaret, Olivier Constant, Valérie Lachenaud, Guillaume Tixier, Séverine Vallat • Responsable iconographie : Sophie Muzerelle • Crédits photos : AdobeStock, Andra, ATIS.cloud, Ballon-sz.de • Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Germany license, J.-P. Bouttes, N. Dohr, D. Drion (ADN), S. Dubois, V. Duterme, Enresa, Initiative Aube, KORAD, Nagra, Ondraf, Th. Pochot, Posiva, Puram • Dessins : Antoine Chereau • Infographies et illustrations : Citizen Press, A. Levesgue, M. Merley • Conception et réalisation : Citizen Press, Paris : www.citizen-press.fr • Impression : B LG Toul – Siret 43761704600044 – Imprimé sur du papier issu de forêts durablement gérées dans une imprimerie certifiée Imprim'vert • © Andra – 369-50 • DDP/DICOM/24-0089 Edition Aube • ISSN : 2106-8305 (imprimé), ISSN 3037-0248 (en ligne) • Tirage : 47 420 ex.



ABONNEMENT GRATUIT

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

LE POINT DE VUE DE CHEREAU

Quelque part dans le monde en 2125...



*STOCKAGE

La gestion des déchets radioactifs est une responsabilité commune à tous les pays qui utilisent les technologies nucléaires. Tandis que diverses solutions de stockage peuvent être mises en œuvre pour les déchets radioactifs de très faible à moyenne activité, de nombreux pays dans le monde convergent vers la voie du stockage géologique profond pour les déchets les plus radioactifs. Le point complet dans notre dossier en page 8.

5 242 €

C'est le montant récolté lors d'une course solidaire organisée par l'Andra en faveur d'associations de chiens-guides. La mobilisation de 245 salariés qui ont parcouru 1091 kilomètres est un joli coup de pouce pour ces associations qui apportent un soutien précieux aux personnes en situation de handicap visuel. Cette course était organisée par les comités RSE(*) et la mission Handicap de l'Andra.

(*) Responsabilité sociale des entreprises.

Le groupe de réflexion La Fabrique, c'est parti !

Le projet de l'Andra de créer un groupe de travail avec des citoyens pour réfléchir et coconstruire des actions afin d'améliorer l'information du public sur les activités de l'Agence se concrétise et s'appelle « La Fabrique » !

Une dizaine de personnes volontaires ont participé à la réunion de lancement le 18 décembre dernier. Après ces premiers échanges, les membres ont convenu que l'acquisition d'un socle de connaissances sur l'Andra était nécessaire avant tout travail. C'est pourquoi le groupe s'est à nouveau réuni en mars 2025 pour assister à une présentation des activités de l'Agence et à un tour d'horizon de la gestion des déchets radioactifs à l'international.

Si le travail de ce groupe vous intéresse, n'hésitez pas à le rejoindre en contactant le service Communication des centres de l'Andra dans l'Aube au 03 25 92 33 04 ou par e-mail à comm-centresaube@andra.fr

Pour en savoir plus : <https://lc.cx/CuhsU->



L'Andra en tête du challenge Ma Petite Planète

Du 30 septembre au 21 octobre 2024, l'Andra a participé au challenge Ma Petite Planète, événement destiné à encourager les gestes écologiques au quotidien. Pendant ces trois semaines,

138 collaborateurs, répartis en huit équipes sur l'ensemble des sites de l'Agence, se sont mobilisés pour relever des défis environnementaux. Au total, 5 396 défis écologiques ont été accomplis par les collaborateurs

de l'Andra. Cet effort collectif a permis à l'Andra de se hisser à la première place parmi les 87 organisations participantes. Ce challenge a offert aux équipes de l'Andra une occasion unique de renforcer leur engagement environnemental dans un cadre ludique et motivant. Grâce à leurs efforts individuels et collectifs, les participants ont démontré que chaque geste compte et que, ensemble, nous pouvons avoir un impact positif et significatif sur l'environnement. ●



Fabrication d'un hôtel à insectes.

dans les médias

Quand la curiosité n'est pas un vilain défaut !

Créé par quatre acteurs publics de la vulgarisation scientifique en Nouvelle-Aquitaine, le média Curieux ! met en ligne des articles pédagogiques sur une grande variété de sujets. En partenariat avec l'Andra, trois courtes vidéos ont récemment été postées sur la radioactivité, les déchets radioactifs et leur stockage. Jérémy le Chimiste – plus de 25000 abonnés sur Instagram – y trouve le ton et les mots justes pour faire comprendre les phénomènes en jeu, qu'ils relèvent de l'action de la nature ou de l'homme. Ces vidéos sont à découvrir sur Instagram. En quelques semaines, elles ont déjà recueilli près de 2500 « j'aime » !

Retrouvez les vidéos sur :
<https://lc.cx/A8Mo-7>
<https://lc.cx/5BEuDI>
https://lc.cx/l_EwKu



Déplacement d'une charpente : une opération toujours délicate

Pour continuer l'exploitation des ouvrages au Centre de stockage de l'Aube, l'Andra a récemment transféré une charpente mobile d'une ligne d'ouvrages à une autre.

Les colis de déchets radioactifs sont stockés dans des ouvrages en béton armé, ouverts sur leurs sommets. Pour les protéger de la pluie, une charpente mobile, équipée de boggies^(*) et montée sur rails, est installée au-dessus de ces ouvrages pendant leur remplissage.

Quand un ouvrage de stockage est rempli de colis de déchets, son sommet est fermé par une dalle de béton, puis la charpente métallique est déplacée au-dessus de l'ouvrage suivant. Pour ce faire, les boggies de la charpente sont surélevés, tournés d'un quart de tour et repositionnés sur des rails perpendiculaires permettant un déplacement latéral de la charpente jusqu'à la ligne d'ouvrages vides. L'opération est alors répétée : surélévation et rotation des boggies d'un quart de tour avant de coulisser la charpente le long de la



La charpente mobile protège le stockage de la pluie.

ligne d'ouvrages. Une opération toujours délicate étant donné les dimensions de la charpente : 42 mètres de longueur, 26,5 mètres de largeur et 18 mètres de hauteur ; et son poids, près de 300 tonnes ! ●

(*) Châssis équipés d'essieux permettant de suivre des trajectoires courbes.

Le Journal de l'Andra : 15 ans au service de l'information

Depuis quinze ans, le *Journal de l'Andra* est distribué aux riverains des centres de l'Andra. Soit 50 numéros au total, qui ont permis aux lecteurs de suivre le quotidien des équipes et de s'informer sur leurs différents métiers et les projets de l'Agence. La mise à disposition du public des informations relatives à la gestion des déchets radioactifs est une des missions de l'Andra inscrite dans la loi, mais c'est aussi un devoir. Dès les années 1980, des journaux ont été distribués périodiquement autour

des centres. Dans l'Aube, les riverains recevaient ainsi *Repères* ; dans la Meuse et la Haute-Marne, il y avait *La Vie du Labo*...

En créant un même titre pour tous ses sites, c'est-à-dire le *Journal de l'Andra*, l'Agence a souhaité homogénéiser son dispositif d'information. Une publication qui s'est enrichie depuis son tout premier numéro, paru en janvier 2010, pour répondre à vos attentes. Ainsi, dans chaque nouvelle édition, un dossier très complet et pédagogique est proposé sur

une thématique spécifique. Il s'agissait d'une demande exprimée lors d'enquêtes de satisfaction menées auprès des lecteurs.

De fait, plus de 78 % des lecteurs lisent le *Journal de l'Andra* régulièrement, et 89% à 98 % en ont une opinion positive (aspect visuel, intérêt des sujets, pertinence de l'information, etc.)⁽¹⁾. ●

(1) Voir le Journal de l'Andra n° 43.

Pour s'abonner au Journal de l'Andra – édition Aube : <https://lc.cx/5NPHic>



Vigilance partagée : les Règles d'or de l'Andra en matière de santé sécurité au travail

Engagée de longue date à améliorer en continu les conditions de travail de ses collaborateurs et à réduire les risques d'accidents associés à leurs activités, l'Andra vient de franchir un nouveau pas en définissant des « Règles d'or ». Élaborées avec et pour les collaborateurs, ces règles visent à instaurer une culture de vigilance collective en matière de santé (physique et mentale) et de sécurité au travail (SST).

 <p>1</p> <p>JE M'IMPLIQUE DANS LA SANTÉ SÉCURITÉ AU TRAVAIL AU QUOTIDIEN</p> <p>La santé sécurité au travail se vit tous les jours, dans tous nos métiers, niveaux hiérarchiques et contextes de travail.</p>	 <p>2</p> <p>JE ME COMPORTE DE FAÇON EXEMPLAIRE, EN SUIVANT LES RÈGLES</p> <p>L'engagement de chacun dans le suivi des règles et consignes de sécurité contribue à une émulation positive avec les collègues et les prestataires.</p>
 <p>3</p> <p>JE SUIS VIGILANT(E) VIS-À-VIS DE MOI-MÊME COMME DES AUTRES</p> <p>Une démarche de vigilance collective s'applique à notre environnement et à notre santé physique et mentale. Cela passe aussi par oser interpellier l'autre et accepter de l'être.</p>	 <p>4</p> <p>JE FAVORISE L'UTILISATION DES ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION COLLECTIVE et je porte mes équipements de protection individuelle.</p> <p>Les protections individuelles complètent les dispositions de prévention collective, les équipements doivent être en bon état et adaptés à la tâche.</p>
 <p>5</p> <p>JE FAIS REMONTER TOUTE SITUATION QUI ME SEMBLE PRÉSENTER UN RISQUE</p> <p>Chaque remontée de situation à risque contribue à notre sécurité, nourrit les retours d'expérience et nous fait progresser collectivement.</p>	 <p>6</p> <p>J'ANTICIPE ET JE SUIS MES ACTIVITÉS, EN MAINTENANT MON ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL RANGÉ</p> <p>Des interventions préparées et un espace de travail maîtrisé contribueront à nous protéger d'un éventuel danger et auront un impact positif sur notre productivité.</p>
 <p>7</p> <p>JE TRAVAILLE AVEC LES PRESTATAIRES ET SOUS-TRAITANTS AVEC LA PRÉOCCUPATION PERMANENTE DE LA SANTÉ SÉCURITÉ AU TRAVAIL</p> <p>Aucune situation ou objectif ne mérite de se mettre en danger soi-même ou de mettre en danger les autres.</p>	 <p>8</p> <p>JE PRENDS EN COMPTE LES RÈGLES DE CIRCULATION À L'EXTÉRIEUR COMME À L'INTÉRIEUR DES SITES</p> <p>La vigilance est de mise vis-à-vis de soi-même comme des autres lors des déplacements routiers, cyclistes et pédestres.</p>



Concours Initiative Aube : l'Andra récompense l'épicerie multiservices de Morvilliers

Le 29 novembre dernier, Patrice Torres, directeur industriel et des activités du Grand Est de l'Andra, a remis un prix à l'épicerie multiservices Mori Villa de Morvilliers dans le cadre du concours de la création et reprise d'entreprise 2024 organisé par Initiative Aube^(*).

Présente sur le territoire auboïen depuis plus de trente ans et engagée à soutenir l'économie locale, l'Andra est un partenaire fidèle de ce concours depuis la première édition. Cette année, elle a souhaité récompenser l'épicerie Mori Villa à Morvilliers et ses cogérants, Mélanie Aubry et Pierre Guerre.

Tous deux ont repris ce commerce en étant bien conscients du travail à fournir pour faire

vivre un petit commerce de proximité. Aussi ont-ils décidé de multiplier les services. « *Nous voulions être au service des gens et nous sentir utiles, explique Mélanie Aubry. Nous proposons du pain, des viennoiseries, des produits de première nécessité, des fruits et légumes, etc. Nous faisons aussi beaucoup de plats cuisinés à emporter, très appréciés par les personnes seules et âgées.* »

Les deux gérants comptent également développer la livraison de pain et de plats dans les communes proches. « *Le prix de l'Andra va nous aider à mettre en place ce nouveau service* », précise Mélanie Aubry. Une action de solidarité intergénérationnelle que l'Andra a souhaité récompenser à travers ce prix. ●

(*) Ce concours a pour objectif de mettre en lumière des initiatives innovantes et l'esprit d'entreprendre.

Acaci : les travaux ont commencé

Après l'obtention de l'autorisation préfectorale pour le projet Acaci⁽¹⁾ en juillet dernier, les premiers travaux de déboisement ont commencé fin 2024.

Le projet Acaci consiste à augmenter la capacité de stockage autorisée du Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) sans augmenter la surface totale de la zone de stockage et tout en conservant son niveau de sûreté. Pour cela, l'Andra exploitera la troisième tranche de la zone de stockage, utilisée jusqu'à présent

comme zone de dépôt des terres excavées des alvéoles⁽²⁾. L'Andra ne disposant pas de la place nécessaire pour déposer ces terres ailleurs sur le site existant, l'autorisation environnementale obtenue pour Acaci intègre l'utilisation d'une zone boisée jouxtant le Cires pour le dépôt provisoire des terres. Après le déboisement de cette



Le déboisement de la future plateforme de dépôt provisoire des terres.

zone pendant l'automne 2024, un diagnostic archéologique a été réalisé en décembre et s'est révélé négatif. Prochaine étape : le dessouchage de la zone, qui sera réalisé en avril 2025⁽³⁾. Les travaux de préparation de la nouvelle plateforme de dépôt des terres et le déplacement des stocks de terres pour libérer l'emprise de la tranche 3 pourront ensuite démarrer. Enfin, l'aménagement de la tranche 3 sera effectué pour une mise à disposition à l'horizon 2028. ●



Pour construire de nouvelles alvéoles, la 3^e tranche doit être libérée des stocks de terres.

(1) Augmentation de la capacité autorisée de stockage du Cires.
(2) Grâce à des travaux d'optimisation réalisés sur les alvéoles de stockage du Cires depuis sa mise en service en 2003, seules deux tranches sur trois seront nécessaires pour stocker la capacité initiale.
(3) Cette période a été choisie pour tenir compte des contraintes environnementales, notamment le rythme de vie de la faune.



Déchets radioactifs : construire une gestion responsable partout dans le monde

Tous les pays qui utilisent les technologies nucléaires, que ce soit pour la production d'électricité, la défense, la recherche, le secteur médical ou encore l'industrie, sont confrontés à une même responsabilité : gérer les déchets radioactifs issus de ces activités. Si chaque nation ajuste son plan de gestion des déchets radioactifs à sa situation particulière (volume et nature des déchets produits, politique énergétique, ressources, géographie, géologie, environnement, etc.), toutes les options de gestion à travers le monde convergent vers des stockages géologiques.

Tour d'horizon des situations et des solutions.

Gestion responsable des déchets radioactifs : une mobilisation collective

C'est autour d'une responsabilité commune de protéger les êtres humains et l'environnement que les pays avancent sur des solutions de gestion sûres et adaptées pour leurs déchets radioactifs. Tous ne sont pas au même stade, mais la collaboration internationale favorise le partage d'expériences et la montée en compétences.

Un parc nucléaire plus ou moins important (plus de 90 réacteurs en fonctionnement aux États-Unis; un seul aux Pays-Bas), des environnements géologiques variés (argile, granite, sel, etc.), l'existence ou non d'une filière de retraitement des combustibles nucléaires usés^(*) : voilà quelques-uns des critères qui contribuent à orienter les États dans leur mode de gestion des déchets radioactifs.

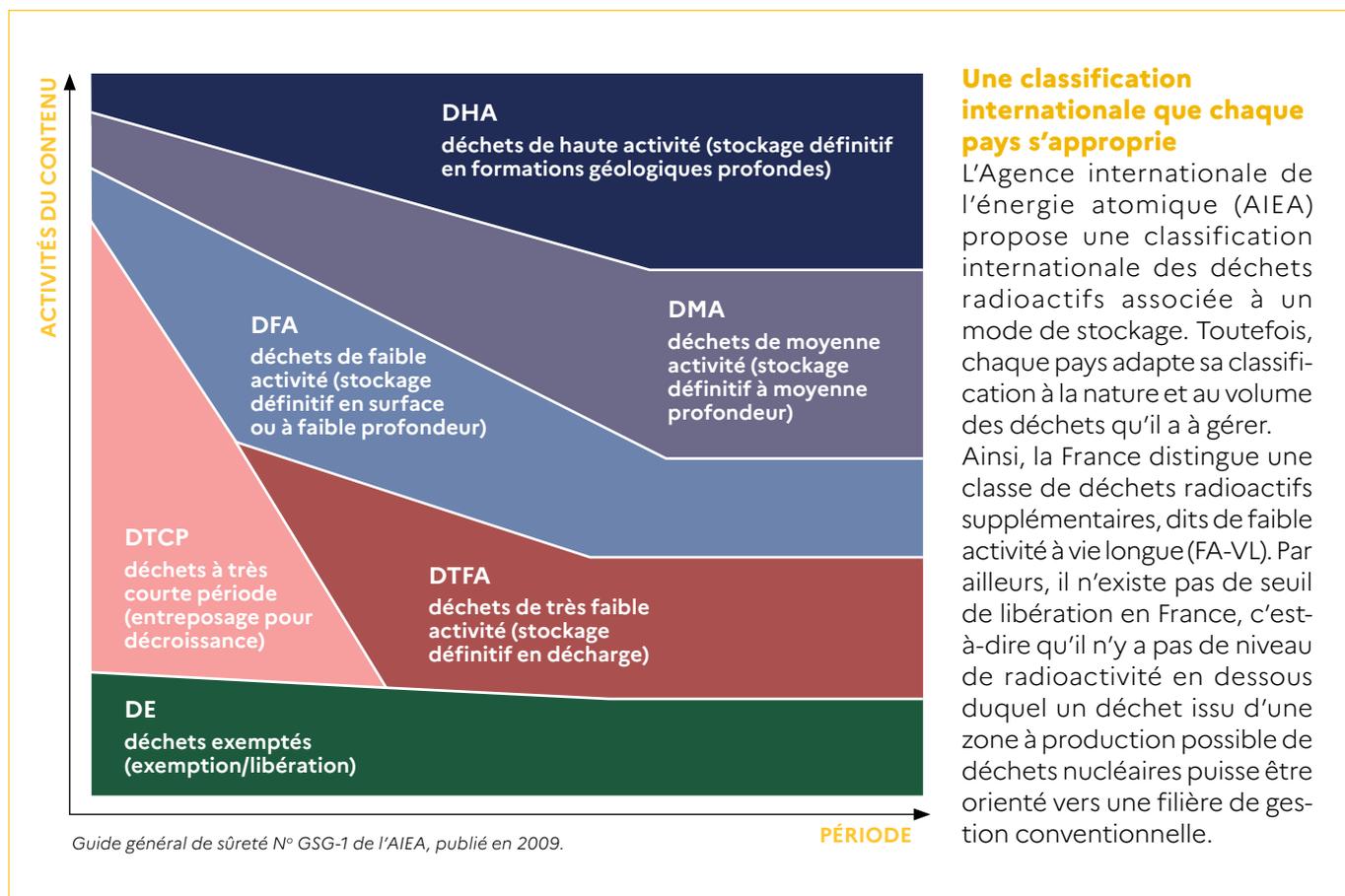
Pour les déchets de très faible activité à moyenne activité, les solutions sont variées et dépendent notamment du volume à prendre en charge.

Pour les déchets les plus radioactifs, tous les pays convergent vers la même solution de référence : le stockage en couche géologique profonde, à l'instar de la France avec le projet Cigéo.

Le modèle français de gestion des déchets radioactifs est considéré comme une référence dans le monde. Il s'est mis en place progressivement dans la continuité du développement d'un parc nucléaire conséquent, dès les années 1960 et 1970. Il fait aujourd'hui figure d'exemple de par son organisation, avec une agence publique de

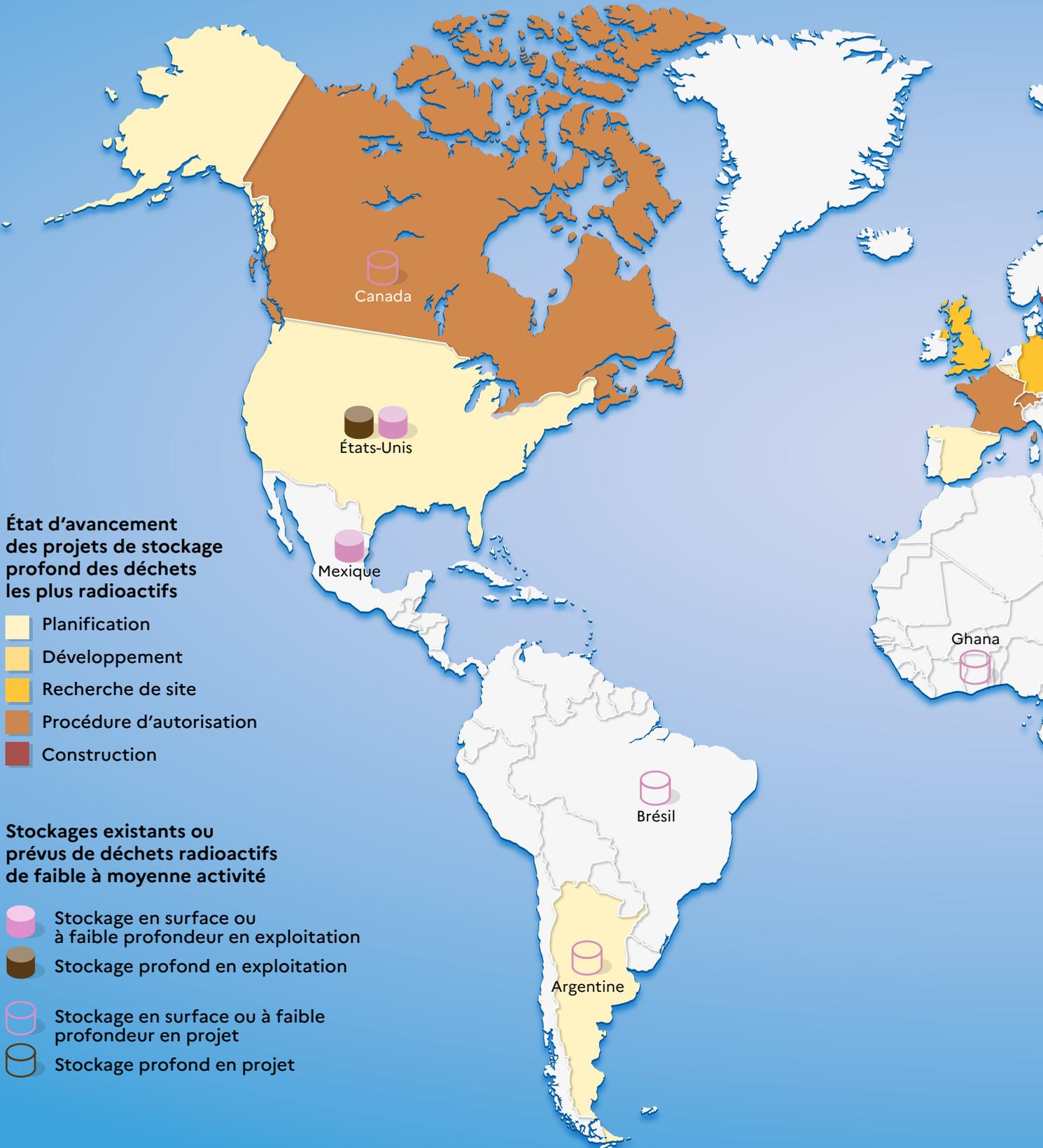
gestion des déchets radioactifs, l'Andra, une activité encadrée par des organismes de contrôles et d'évaluation, ainsi que des instances de consultation du public. Le modèle français se distingue aussi par l'excellence industrielle et l'expérience acquises depuis plus de cinquante ans par l'Andra, que ce soit sur ses centres de stockage dans l'Aube et dans la Manche, ou dans son laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne.

(*) Le retraitement permet de séparer les matières valorisables des déchets. Dans le cas contraire, le combustible usé est considéré comme un déchet hautement radioactif et pris en charge comme tel.



Panorama de la gestion des déchets radioactifs dans le monde

Les solutions de stockage dédiées aux déchets radioactifs de faible à moyenne activité varient selon les pays. En ce qui concerne les déchets les plus radioactifs, de nombreux pays se sont engagés dans la voie du stockage géologique profond. Leurs projets sont à différents états d'avancement.





Les acteurs de la coopération internationale

Pour la gestion de leurs déchets radioactifs, la plupart des États se sont dotés d'agences ou d'opérateurs publics. En complément, plusieurs instances européennes ou internationales s'attachent à élaborer des standards généraux, à favoriser la collaboration et à diffuser les bonnes pratiques.



Euratom : un traité européen

Signé en 1957, le traité Euratom établit les normes destinées à protéger la population et les travailleurs dans le cadre du développement de l'énergie nucléaire en Europe. Il est complété par des directives⁽¹⁾, dont celle de 2011, qui instaure notamment l'obligation de mettre en place des programmes nationaux de gestion des déchets radioactifs et du combustible usé. Avec l'instauration de son PNGMDR⁽²⁾ en 2006, la France était déjà précurseur en la matière.

(1) Que les États membres ont l'obligation de traduire dans leur droit national.
(2) Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs.

AEN : la coopération internationale

Créée en 1958 au sein de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) regroupe 34 pays parmi les plus nucléarisés. En 1975, l'AEN s'est dotée d'un comité dédié à la gestion des déchets radioactifs⁽¹⁾. L'Andra participe aux travaux de ce comité.

(1) https://lc.cx/_SPd3z



« L'AIEA veille à l'application des standards de sécurité et de sûreté les plus stricts au monde. Et la France est pour nous un vrai partenaire dans ce domaine. Nos départements dédiés à la sécurité et à la sûreté nucléaires travaillent de manière presque quotidienne avec l'Andra, et ce d'une manière très satisfaisante. »

Rafael Mariano Grossi, directeur général de l'AIEA



AIEA : l'agence de l'ONU

L'Agence internationale de l'énergie atomique est une agence de l'Organisation des Nations unies fondée en 1957. Elle réunit 178 États et constitue la principale organisation intergouvernementale de coopération scientifique et technique dans le domaine de l'utilisation pacifique de la technologie nucléaire. Une division est consacrée au cycle du combustible nucléaire et à la gestion des déchets radioactifs⁽¹⁾. L'AIEA supervise également la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs. À ce jour, 88 États, dont la France, l'ont ratifiée. Cet instrument juridique international se traduit par un processus d'examen par des pairs, organisé tous les trois ans.

(1) <https://lc.cx/bdtGZh>

EDRAM : l'association dédiée à la gestion des déchets radioactifs

L'*International Association for Environmentally Safe Disposal of Radioactive Materials* (EDRAM) est une association fondée en 1998 par les organismes de gestion de déchets radioactifs d'une douzaine de pays, dont la France. Elle a pour objectif de favoriser l'échange d'informations et le partage d'expériences entre ces organismes.

Déchets de très faible à moyenne activité : des dispositifs variés répondant aux mêmes enjeux de sûreté

État des lieux de la gestion des déchets de très faible à moyenne activité par pays, en fonction de leur situation nucléaire et de l'état d'avancement des solutions mises en œuvre.

HONGRIE

• **PARC ÉLECTRONUCLÉAIRE** : Centrale de Paks, au sud de Budapest (4 réacteurs), mise en service entre 1982 et 1987. Projet d'extension en cours, mise en service en 2030.

• **ORGANISME DE GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS** : *Public Limited Company for Radioactive Waste Management (PURAM)*

Les déchets FMA issus du fonctionnement de la centrale nucléaire sont stockés à proximité, à Bábaapáti, dans un site souterrain aménagé dans une roche cristalline à une profondeur de 250 mètres. Construit en 2012, ce stockage géologique, le *National Radioactive Waste Repository (NRWR)*, a connu des évolutions dans sa conception et dispose d'une capacité de stockage actuelle de 20 000 m³. À terme, il accueillera également les déchets de démantèlement des installations nucléaires et comprendra six grandes alvéoles de stockage, tout en longueur, desservies par 6 kilomètres de galeries.



Galerie souterraine du stockage géologique hongrois.

CORÉE DU SUD

• **PARC ÉLECTRONUCLÉAIRE** : En 2024, le pays compte 26 réacteurs en service répartis sur 4 centrales. 2 réacteurs ont été arrêtés et 4 sont en projet.

• **ORGANISME DE GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS** : *Korea Radioactive Waste Agency (KORAD)*



Construction de la 2^e tranche en surface de l'installation de stockage coréenne.

Depuis 2015, les déchets de faible et moyenne activité (FMA) sont pris en charge dans le centre de stockage *Wolseong Low and Intermediate Level Radioactive Waste Disposal Centre (WLDC)*, situé à Gyeongju, dans le sud-est du pays. Une première zone de stockage a été construite à une profondeur de 150 à 200 mètres. Elle comprend six silos creusés

dans la roche. Les colis de déchets sont placés dans des conteneurs de stockage empilés les uns sur les autres à l'intérieur de ces silos. Depuis 2024, une deuxième tranche en surface pour les déchets FMA est en cours de construction, sur le modèle du Centre de stockage de l'Andra dans l'Aube. Le chantier devrait se terminer fin 2025. Une troisième tranche, toujours en surface, destinée aux déchets de très faible activité, est en cours de conception.



Stockage en surface de déchets radioactifs en Espagne.

ESPAGNE

• **PARC ÉLECTRONUCLÉAIRE** : 7 réacteurs en service répartis dans 5 centrales, dont les fermetures sont programmées entre 2027 et 2035.

• **ORGANISME DE GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS** : *Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa)*

Ouvert en 1992, comme le Centre de stockage de l'Andra dans l'Aube, le centre de stockage en surface espagnol d'El Cabril, en Andalousie, accueille les déchets radioactifs de faible et moyenne activité (FMA) provenant des installations nucléaires du pays, mais également issus d'autres activités, industrielles, médicales ou de recherche. Début 2024, 36 148 m³ de déchets étaient stockés, soit un taux d'occupation d'environ 83 %. Avec le démantèlement à venir des

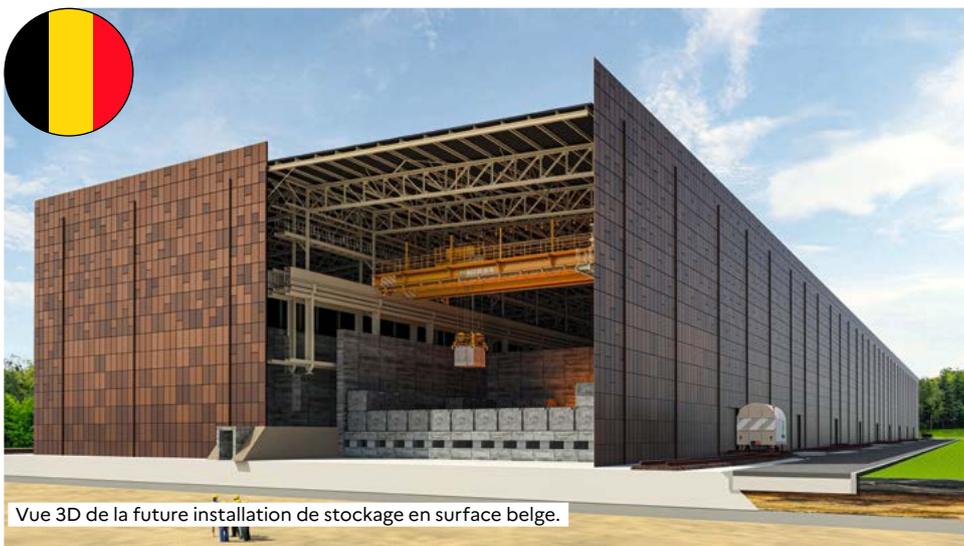
installations nucléaires, un espace de stockage supplémentaire sera nécessaire vers fin 2028. S'ils sont autorisés, les travaux d'agrandissement permettraient de doubler la capacité de stockage des déchets FMA sur le site.

Depuis 2008, El Cabril dispose également d'une zone supplémentaire pour la prise en charge des déchets de très faible activité (TFA) et est équipée d'installations de traitement des déchets afin d'en réduire le volume.

BELGIQUE

• **PARC ÉLECTRONUCLÉAIRE** : 5 réacteurs nucléaires en service répartis sur 2 centrales, Doel et Tihange. 2 réacteurs arrêtés. La loi de sortie du nucléaire votée en 2003 prévoit l'arrêt de tous les réacteurs d'ici à fin 2025, sauf 2 prolongés de 10 ans.

• **ORGANISME DE GESTION DES DÉCHETS** : Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies (Ondraf)



Vue 3D de la future installation de stockage en surface belge.

En 2023, un arrêt royal a autorisé la création d'un stockage en surface à Dessel, dans la province d'Anvers, pour les déchets radioactifs de faible et moyenne activité à vie courte (catégorie A en Belgique). L'installation est conçue pour un volume d'environ 70 500 m³ de déchets.

Les déchets seront stockés dans des ouvrages en béton armé. Leur construction, commencée en 2024, se déroule en deux phases, correspondant à deux zones de stockage. Un centre de visiteurs et de rencontres interactif, Tabloo, est déjà ouvert sur le site. Il propose une exposition interactive, ouverte à tous, sur le thème de la radioactivité.

ALLEMAGNE

- **PARC ÉLECTRONUCLÉAIRE** : en 2023, l'Allemagne a mis à l'arrêt les 3 derniers réacteurs de son parc qui en comptait 17 au début des années 2010.

- **ORGANISME DE GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS** : *Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE)*



Ancienne mine de fer allemande de Konrad.

Historiquement, les déchets de faible et moyenne activité (FMA) allemands ont été stockés dans des installations souterraines et sont aujourd'hui entreposés provisoirement sur ou à proximité des centrales nucléaires.

De 1967 à 1978, environ 47 000 m³ de déchets de faible et moyenne activité (FMA) ont été stockés à plus de 700 mètres de profondeur dans des galeries de l'ancienne mine de sel d'Asse (Basse-Saxe). Deux tiers de ces déchets étaient issus de la filière électronucléaire, le reste provenant d'activités industrielles, de recherche et de santé. L'instabilité de la mine et des problèmes d'étanchéité ont contraint les autorités à

stopper son exploitation, la sûreté n'étant pas suffisamment garantie. Une loi a été ensuite adoptée pour que les déchets soient récupérés et l'installation démantelée. Par ailleurs, de 1971 à 1998, 37 000 m³ de déchets FMA ont été stockés dans l'ancienne mine de sel de Morsleben (Saxe-Anhalt), à 480 mètres de profondeur. Ce stockage est entré en phase de fermeture.

Au regard des déchets FMA encore à stocker définitivement, le gouvernement a choisi, en 2019, le site de l'ancienne mine de fer de Konrad en Basse-Saxe pour les stocker. L'installation d'une capacité de 303 000 m³ devrait être opérationnelle en 2030.

ÉMIRATS ARABES UNIS

- **PARC ÉLECTRONUCLÉAIRE** : une centrale de 4 réacteurs, dont le dernier est entré en service en septembre 2024.

- **ORGANISME DE GESTION DES DÉCHETS** : *Emirates Nuclear Energy Corporation (ENEC)*

Avant même la fin des opérations de construction de la centrale nucléaire de Barakah, à l'ouest du pays, les Émirats arabes unis se sont dotés d'un programme de gestion de leurs futurs déchets radioactifs. Ce dernier fait l'objet d'un accord de coopération signé en 2019 entre l'ENEC et l'Andra. Les déchets de faible et moyenne activité générés par le fonctionnement et la maintenance de la centrale de Barakah seront stockés en surface, dans une installation similaire à celle du Centre de stockage de l'Andra dans l'Aube, sur un site dont l'emplacement exact reste à définir.



Signature de l'accord de coopération entre l'ENEC et l'Andra en 2019.

État des lieux de la gestion des déchets les plus radioactifs dans le monde

Partout dans le monde, le stockage profond s'impose comme la solution de référence pour le stockage des déchets les plus radioactifs, avec des états d'avancement différents. Zoom sur quelques projets.

SUÈDE

- **PARC ÉLECTRONUCLÉAIRE** : 6 réacteurs en service dans 3 centrales. 6 sont arrêtés. Publiée en novembre 2023, la feuille de route pour le nouveau nucléaire envisage la construction de nouveaux réacteurs.
- **ORGANISME DE GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS** : *Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company (SKB)*

En octobre 2024, le Tribunal foncier et environnemental suédois a donné son autorisation au projet de stockage profond de

ses déchets radioactifs les plus dangereux. Avec cette autorisation, les travaux de construction en surface vont pouvoir démarrer sur le site de Forsmark, situé au nord de Stockholm. La construction de l'installation souterraine reste soumise à l'autorisation de l'Autorité de sûreté suédoise, dont la décision est attendue dans plusieurs mois. La mise en service est envisagée à l'horizon 2035. Implanté à 500 mètres de profondeur, dans une roche granitique,

le site de stockage de Forsmark pourra accueillir 12 000 tonnes de combustible nucléaire usé du parc nucléaire actuel, la Suède ne disposant pas de filière de retraitement. Les déchets seront conditionnés dans des conteneurs en cuivre avant d'être placés en profondeur dans des alvéoles de stockage qui, une fois remplies, seront comblées avec de la bentonite, une variété d'argile gonflante. Pour étudier le stockage géologique, la Suède dispose depuis les années 1991 d'un laboratoire de recherche souterrain (Äspö), sur la côte sud-est du pays.

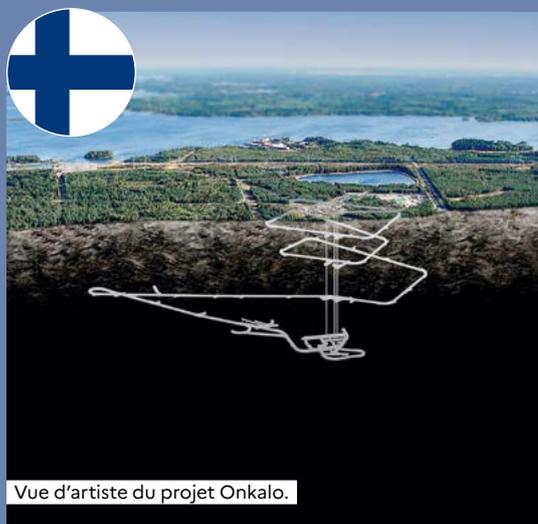


Laboratoire souterrain d'Äspö.

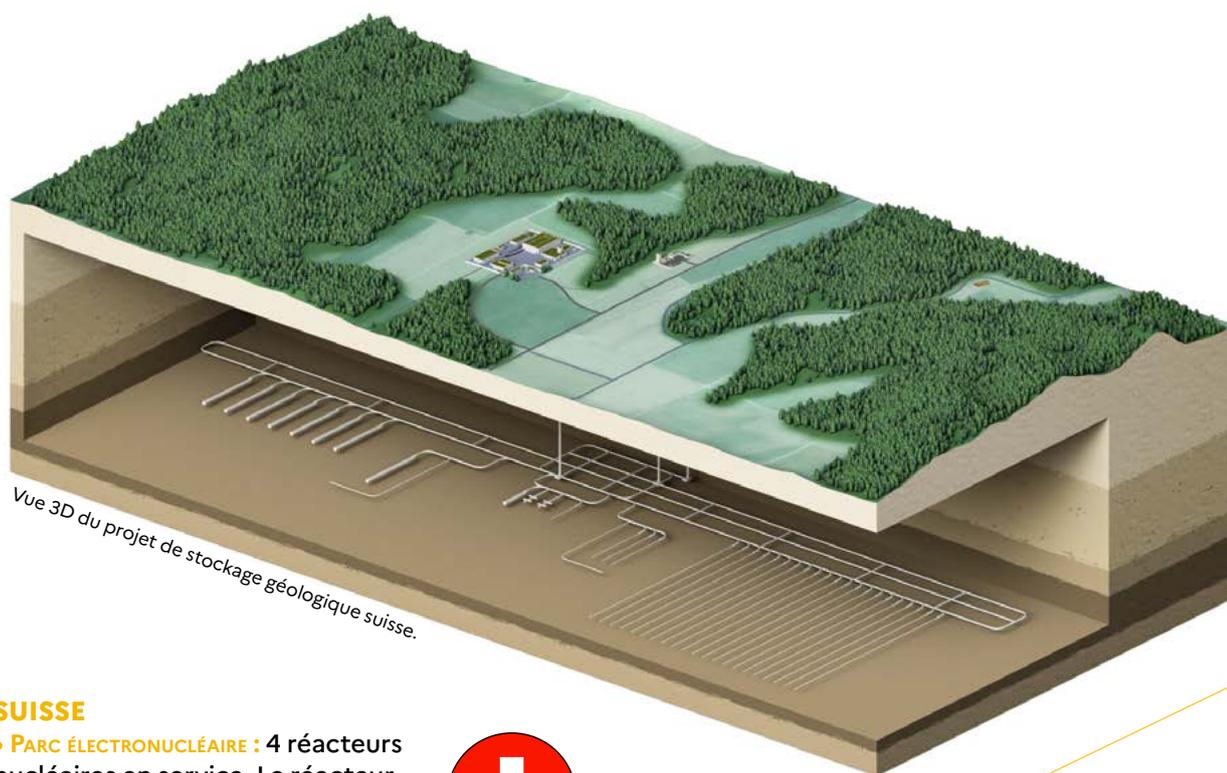
FINLANDE : LES PIONNIERS

La Finlande est le premier pays au monde à avoir mis en œuvre un stockage géologique pour ses déchets les plus radioactifs. Localisée sur l'île d'Olkiluoto (sud-ouest du pays) qui abrite déjà trois réacteurs nucléaires, l'installation nommée Onkalo, située à 430 mètres de profondeur, dans le granite, est entrée en phase d'essais. Elle pourra accueillir 6 500 tonnes de combustible nucléaire usé. Leur conditionnement et leur stockage sont identiques à ceux de leur voisin suédois.

En août 2024, Posiva, l'entreprise en charge du projet, a démarré avec succès sa phase d'essais de stockage avec quatre colis tests, sans radioactivité. L'Autorité de sûreté nucléaire finlandaise (STUK) s'est donnée jusqu'au 31 décembre 2025 pour se prononcer sur l'autorisation de mise en service de ce qui pourrait être le premier stockage géologique de déchets radioactifs de haute activité en service dans le monde.



Vue d'artiste du projet Onkalo.



Vue 3D du projet de stockage géologique suisse.

SUISSE

• **PARC ÉLECTRONUCLÉAIRE** : 4 réacteurs nucléaires en service. Le réacteur de la centrale de Mühleberg est définitivement arrêté en 2019.

• **ORGANISME DE GESTION DES DÉCHETS** : la Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs (NAGRA)



Dès les années 1980, la Suisse a fait le choix de stocker tous ses déchets radioactifs, soit environ 83 000 m³ de déchets radioactifs (faible, moyenne et haute activité), en couche géologique profonde. En novembre 2024, la NAGRA a déposé une demande d'autorisation générale pour la réalisation d'un stockage profond dans la région du nord des Lägern (au nord de la Suisse). L'installation est prévue à environ 800 mètres de profondeur dans une couche d'argile. Après avis des autorités compétentes, le gouvernement rendra sa décision en 2029, suivi par le Parlement en 2030.

La population pourrait s'exprimer à son tour lors d'un référendum en 2031.

S'il est autorisé, le projet pourrait accueillir, dès 2050, une première zone de stockage pour les déchets radioactifs de faible et moyenne activité. La construction de la zone de stockage pour les déchets de haute activité débuterait ensuite à partir de 2055 et le stockage de ces déchets cinq ans plus tard.

La Suisse a étudié le stockage géologique en couche argileuse dans son laboratoire de recherche souterrain du Mont-Terri (nord-ouest du pays).



CANADA : IDENTIFICATION D'UN SITE DE STOCKAGE

Depuis 2007, la Société de gestion des déchets nucléaires canadienne (SGDN) travaille sur un projet de stockage géologique de ses combustibles usés. En novembre 2024, elle a retenu une formation rocheuse cristalline à plus de 500 mètres sous terre située au nord-ouest de l'Ontario. Les résidents de la commune d'Ignace et les populations autochtones de Wabigoon Lake ont confirmé qu'ils consentaient à passer à l'étape suivante en vue d'accueillir le projet. Sous réserve des autorisations de la Commission canadienne de sûreté nucléaire et de l'Agence d'évaluation d'impact du Canada, la SGDN envisage la construction du stockage vers 2033 puis le début de l'exploitation au début des années 2040.

Quand l'Andra partage son expertise à l'international

L'Andra s'implique au sein des instances internationales dans le cadre de missions d'expertise et de programmes de coopération avec ses homologues étrangers. Elle participe également aux grands événements internationaux du secteur et reçoit régulièrement des délégations étrangères dans ses installations. Entretien avec Fabien Hubert, chef du service Relations internationales.



Pourriez-vous citer un exemple de partenariat emblématique ?

En décembre dernier, nous avons renouvelé pour cinq ans notre accord de coopération avec la *Nuclear Decommissioning Authority* (NDA) britannique, au sein de laquelle la filiale *Nuclear Waste Services* (NWS) se charge de la gestion des déchets radioactifs. Cet accord de coopération est d'une grande richesse. Il donne un cadre formel à une relation ancienne, construite par de nombreux échanges entre scientifiques et ingénieurs de part et d'autre de la Manche.

Aujourd'hui, nous échangeons sur un champ très large de thématiques : stockage en surface, stockage géologique, recherche et développement, mais aussi information du public, caractérisation de site et gestion des compétences. Le secret d'un accord de coopération réussi est d'être mutuellement bénéfique.

L'Andra mène aussi des missions d'accompagnement à l'étranger, y en a-t-il une sur laquelle vous aimeriez revenir ?

Je pense au projet européen auquel l'Andra participe, et qui vise à accompagner l'Irak dans la gestion de ses déchets radioactifs et de ses sites pollués par la radioactivité. La phase actuelle du projet, sous l'égide de l'Union européenne, court jusqu'en 2025. Elle se concentre sur le renforcement des compétences des agents de l'Autorité de sûreté irakienne, le *Radiation Protection Centre* (RPC).

EURAD : UN PARTENARIAT EUROPÉEN POUR LA RECHERCHE

Approfondir la coopération européenne en matière de recherche sur la gestion des déchets radioactifs : tel est l'objectif du partenariat EURAD (*European Partnership on Radioactive Waste Management*). Lancé en 2019 sous la coordination de l'Andra pour une durée de cinq ans, il a réuni des organismes gestionnaires de déchets, des organismes techniques de sûreté et des centres de recherche au sein de groupes de travail thématiques.

La deuxième édition, EURAD 2, a été lancée le 23 octobre 2024 pour cinq ans. L'Andra continue d'assurer la coordination de cette communauté scientifique, qui ne cesse de s'étendre. EURAD 2 réunit aujourd'hui un consortium de 143 organisations issues de 21 États membres de l'Union européenne et six partenaires internationaux. La reconduction de ce partenariat va permettre de poursuivre les avancées déjà réalisées sur des sujets tels que la gestion à long terme des stockages ou l'entreposage provisoire des déchets, et d'évoquer de nouveaux sujets : déchets issus des petits réacteurs modulaires (SMR), impacts du changement climatique sur la gestion de déchets radioactifs, matériaux innovants pour les conteneurs de stockage de déchets de haute activité, etc.

Chiffres clés 2024



37 visites de délégations étrangères accueillies sur les sites de l'Andra

7 accords de coopération bilatéraux en cours avec des organismes de gestion de déchets radioactifs



BELGIQUE, CANADA, ESPAGNE, ITALIE, JAPON, SUISSE, ROYAUME-UNI

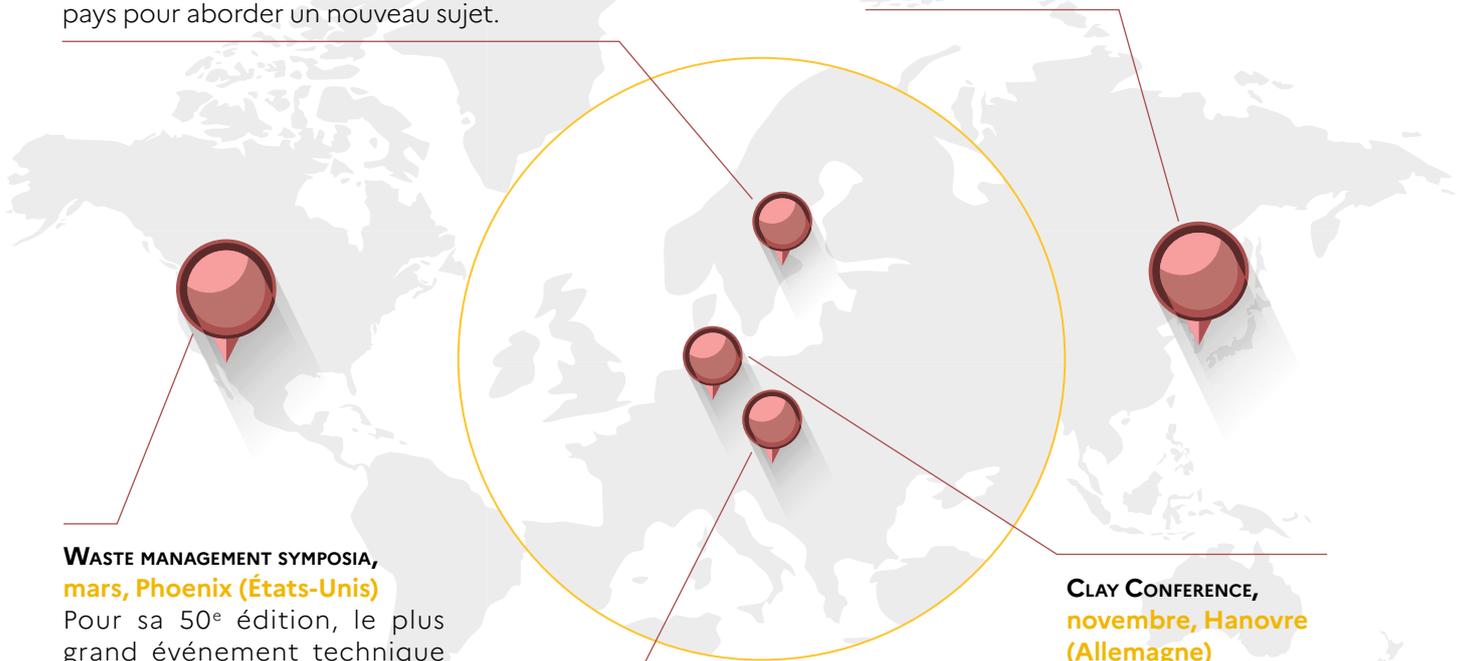
Les grands rendez-vous du secteur où l'Andra était présente en 2024

FORUM ON STAKEHOLDER CONFIDENCE (FSC), septembre, Solna & Östhammar (Suède)

Organisé depuis 2000 par l'AEN, ce forum réunit les acteurs de la gestion des déchets radioactifs pour échanger sur les meilleures pratiques autour de l'implication des parties prenantes. Chaque année, le forum se déplace de pays en pays pour aborder un nouveau sujet.

INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOLOGICAL REPOSITORIES, mai, Busan (Corée du Sud)

Portée par l'AEN, elle réunit tous les quatre ans les pays qui développent ou souhaitent développer un projet de stockage géologique de déchets radioactifs. Pour sa 7^e édition, la conférence organisée en Corée du Sud avait pour thème « favoriser le progrès dans le développement des stockages géologiques ».



WASTE MANAGEMENT SYMPOSIA, mars, Phoenix (États-Unis)

Pour sa 50^e édition, le plus grand événement technique annuel international consacré à la gestion des déchets radioactifs a réuni en Arizona plus de 2800 participants provenant de 29 pays. Pas moins de 600 articles, posters et présentations ont été partagés, dont plusieurs de l'Andra.

CONFÉRENCE GÉNÉRALE DE L'AIEA, septembre, Vienne (Autriche)

Chaque année, l'AIEA réunit ses États membres pour fixer ses orientations budgétaires et stratégiques. En marge de la réunion plénière, la gestion des déchets radioactifs fait partie des sujets abordés lors d'événements parallèles et sur les stands nationaux associés à l'événement.

CLAY CONFERENCE, novembre, Hanovre (Allemagne)

Lancé par l'Andra, cet événement réunit des experts internationaux autour des propriétés de l'argile et de ses utilisations pour le stockage des déchets radioactifs. Après Nancy en 2022, c'est à Hanovre que s'est déroulée la 9^e édition.



1 accord multipartite sur le sujet de la couverture du Centre de stockage de la Manche

ESPAGNE, ROYAUME-UNI, BELGIQUE



Participation à **10** événements internationaux (conférences, salons, etc.)



61 contributions de l'Andra (rencontres, publications, etc.) auprès de l'AIEA et de l'AEN

— PORTRAIT —

Andy Moothen, une expertise d'acheteur au cœur des projets de l'Andra

Andy Moothen est acheteur depuis près de quinze ans sur le Centre de stockage de l'Andra dans l'Aube. Grâce à sa bonne connaissance des métiers et des fournisseurs, il traduit les besoins opérationnels en solutions qui contribuent au bon fonctionnement du site.

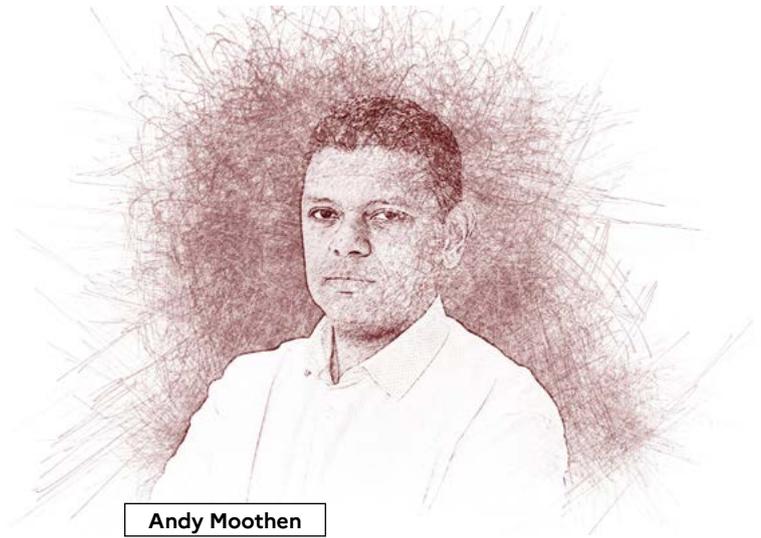
Originaire de l'île Maurice, Andy Moothen a fait du chemin jusqu'à la commune de Soulaines-Dhuys, où se trouve le Centre de stockage de l'Andra dans l'Aube. À 28 ans, après une formation d'ingénieur de production industrielle et une première expérience professionnelle chez Caterpillar, il décide de s'envoler pour la France afin de suivre des études de management logistique et de commerce international. C'est à cette période, au cours d'un stage de Master chez Airbus, qu'il découvre la fonction achats.

Fait pour ce nouveau métier

Trouver des fournisseurs, les sélectionner, négocier, mettre en place des contrats, assurer leur suivi... Tout était nouveau pour Andy Moothen. Mais il cultivait déjà certaines qualités utiles pour maîtriser les arcanes du métier : rigueur, sens de l'écoute, diplomatie... Pour lui, cette reconversion était une évolution logique : « *Ma formation d'ingénieur de production et ma culture anglosaxonne me permettaient de comprendre rapidement les enjeux techniques des besoins exprimés par l'opérationnel pour pouvoir chercher les solutions adaptées auprès de fournisseurs variés.* »

Polyvalent et adaptable

Sa vision généraliste d'ingénieur de production conférait également à Andy Moothen la polyvalence nécessaire pour interpréter une variété de besoins, des plus simples aux plus complexes, et ce dans n'importe quel secteur d'activité. Après l'ingénierie industrielle et l'aéronautique, il a ainsi travaillé dans la Défense chez Naval Group, une entreprise de construction navale.



Andy Moothen

C'est sans forcément bien connaître le secteur du nucléaire qu'il a rejoint l'Andra en 2010 en tant qu'ingénieur achats pour les centres industriels de l'Andra dans l'Aube (CI2A). « *Après avoir beaucoup bougé, j'avais besoin de me poser, se souvient-il. J'étais aussi très désireux de découvrir un nouvel univers professionnel.* »

Comme à son habitude, il s'est vite approprié les enjeux techniques, juridiques, environnementaux et de sûreté du secteur. L'Andra étant un établissement public, Andy Moothen a également dû se familiariser avec les finesses du code de la commande publique.



L'acheteur a un rôle de facilitateur pour transposer les besoins du client interne vers le client externe. »

Accompagner les projets

Depuis son arrivée, Andy Moothen a eu l'occasion de travailler sur plusieurs dossiers en interface avec de nombreux collègues. Fort de cette expérience, il exerce sa fonction de manière parfaitement intégrée à la vie de projets importants pour les CI2A, tels que la construction de nouveaux ouvrages de stockage. « *En tant qu'ingénieur achats, j'accompagne les équipes du lancement jusqu'à la mise en œuvre, explique-t-il. J'apprécie le fait que mes choix en matière d'achats contribuent concrètement à la réussite collective. Cela a été le cas par exemple pour la mise en place de l'installation contrôle des colis^(*), un projet à fort enjeu puisqu'il participe à la sûreté du stockage.* »

(*) L'installation contrôle colis permet de mener des investigations plus poussées sur un certain nombre de colis de déchets, parallèlement aux contrôles radiologiques réalisés de manière systématique sur tous les colis à leur arrivée sur le CSA.



Retrouvez le portrait d'Andy en vidéo :

<https://lc.cx/ciQvm4>



Une vision globale et prospective afin d'agir aujourd'hui pour les générations futures

Entretien avec Jean-Paul Bouttes

Pour l'ingénieur et économiste Jean-Paul Bouttes⁽¹⁾, les débats menés en France sur la gestion des déchets radioactifs questionnent la façon dont nous sommes préparés à faire face à d'autres défis complexes, comme l'évolution du climat ou la biodiversité.



Réfléchir au devenir des déchets les plus radioactifs nous projette dans un futur à très long terme. Mais peut-on décider aujourd'hui pour les générations qui nous succéderont ?

Pour décider en tenant compte des impacts pour les générations futures, nous avons besoin d'une vision prospective des futurs possibles qui permette d'évaluer les conséquences économiques, sanitaires et environnementales de nos choix actuels. Or, les analyses de ce type allant au-delà des cent cinquante prochaines années sont rares. Par ailleurs, plus les scénarios défavorables auront des probabilités fortes, plus il faudra investir pour protéger les générations futures qui seront dans des situations plus difficiles, avec moins de moyens pour réagir. Il nous faut donc une grille d'analyse des risques pour prioriser les actions les plus efficaces.

Quelle place pour les déchets radioactifs dans cette grille d'analyse ?

Ils ne sont qu'un des risques liés à nos activités. Il y en a d'autres préoccupants, comme l'évolution du climat, une perte massive de la biodiversité, un conflit géopolitique qui déboucherait sur une guerre nucléaire totale... Ce sont là des risques majeurs, globaux et irréversibles. Par contraste, il y a des risques certes importants, mais locaux et potentiellement réversibles si les capacités techniques, scientifiques et économiques sont disponibles. Les déchets radioactifs en font partie, ainsi que certains déchets chimiques toxiques comme les métaux lourds.

Quels acteurs doivent contribuer à la prise de décision ?

Les citoyens et les politiques, bien sûr, mais aussi toutes les parties prenantes des générations présentes : par exemple, celles qui vont accueillir le projet de stockage de déchets Cigéo, celles qui ont un avis sur la question... Le défi est double. D'une part, faire collaborer des expertises transverses – scientifique, technique, industrielle, sanitaire, prospective, éthique – pour évaluer les impacts des risques et trouver des solutions. D'autre part, structurer les débats portant sur les choix de société. C'est ce qui s'est passé pour les déchets radioactifs. La loi Bataille

“

Les déchets radioactifs ont été un domaine pionnier de l'examen des risques affectant potentiellement les générations futures. »

de 1991⁽²⁾ a mis en place des institutions qui ont fait travailler des expertises transverses et lancé des débats publics pour impliquer les citoyens. Mais il faut qu'on essaie encore de progresser pour les autres défis globaux que j'évoquais précédemment, notamment le climat et la biodiversité. ●

(1) Ancien directeur de la stratégie et de la prospective et chef économiste d'EDF, ancien professeur chargé de cours en sciences économiques à l'École polytechnique.

(2) Loi fixant les grandes orientations de recherche à mener sur la gestion des déchets les plus radioactifs.

POUR APPROFONDIR

- *Les déchets nucléaires, une approche globale.* Jean-Paul Bouttes – Fondapol
- *Énergie.* Jean-Paul Bouttes (en collaboration avec Dominique Bourg) – PUF
- *L'énergie, histoire et enjeux [Livre audio].* Jean-Paul Bouttes et Dominique Bourg – Frémeaux & associés



Voir la vidéo : <https://lc.cx/oQIWgT>



Mission accomplie ! Une maison décontaminée à Ribérac

Après la découverte de radium dans une maison à Ribérac (Dordogne), l'Andra a supervisé les opérations d'assainissement et de collecte d'objets radioactifs. Une mission de service public qui permet au propriétaire de retrouver l'usage de son bien en toute sécurité.

À l'automne 2024, une paisible maison de Ribérac a été le théâtre d'une activité insolite : la décontamination radioactive en plusieurs points d'un atelier situé au rez-de-jardin. Pendant trois semaines, elle s'est trouvée interdite d'accès, excepté aux techniciens de la société spécialisée Nuvia Prévention et à ceux de l'Andra, qui supervisaient les travaux. Pour prévenir les risques, tous étaient équipés de masques respiratoires et de combinaisons étanches. Dans une pièce, des bâches délimitaient un espace confiné où les objets suspects étaient triés et vérifiés radiologiquement. Une fiole remplie de radium, un réveil et un manchon de lampe au thorium ont ainsi été isolés et conditionnés dans des sacs étanches, avant d'être pris



Atelier de la maison ayant été contaminé.

en charge par l'Andra. Quant aux surfaces de sol contaminées, elles ont été méticuleusement aspirées, nettoyées, voire écrouûtées⁽¹⁾ en surface. Le chantier ne s'est terminé que lorsque les appareils de

détection de la radioactivité n'ont plus réagi. « Cela peut sembler spectaculaire pour les riverains, mais ce chantier n'a rien d'extraordinaire, tient à préciser Nicolas Renault, technicien en assainissement de sites pollués par la radioactivité à l'Andra. Nous en organisons deux ou trois chaque année. Nous avons des prestataires techniques avec qui nous sommes sous contrat afin de pouvoir intervenir très vite une fois que la Commission nationale des aides dans le domaine radioactif (CNAR) a donné son accord de financement⁽²⁾. »

Alerte à la poudre blanche

Retour en arrière... En février 2024, le fils du propriétaire est en train de débarasser l'atelier au rez-de-jardin, où rien n'a bougé depuis de nombreuses années, pour mettre la maison en vente. Il tombe sur une fiole sommairement fermée contenant une poudre blanche. Ignorant quel peut être son contenu, il l'ouvre



Mesures radiologiques dans le sas d'intervention.



Mesure radiologique de la boîte contenant des objets radioactifs.

LE RADIUM, HÉRITAGE D'ANNÉES FOLLES

Métal découvert en même temps que la radioactivité par Marie et Pierre Curie en 1898, le radium devient luminescent lorsqu'il est associé à certains matériaux. Dès les premières années du xx^e siècle, l'industrie horlogère se saisit de cette propriété, notamment pour rendre les chiffres des cadrans des réveils et des montres visibles dans l'obscurité. L'engouement gagne les cosmétiques et l'on voit se multiplier dans les années 1930 les crèmes et les pommades censées donner un teint plus lumineux. Pourtant, le radium est d'une utilité indiscutable pour la médecine, tant pour le diagnostic que le soin. Mais ces vertus bien réelles ont été détournées à des fins commerciales. Cet usage aujourd'hui proscrit a laissé un héritage d'objets radioactifs, parfois oubliés dans des caves ou des greniers, qu'il faut gérer en les identifiant et en les prenant en charge de manière sûre.

pour tenter de l'identifier et, au passage, en renverse une petite partie sur le sol. C'est alors qu'il avise l'étiquette indiquant « sels radioluminescents »⁽³⁾. Il l'enferme aussitôt dans une boîte en plastique qu'il place à l'extérieur, puis prévient les autorités. Les sapeurs-pompiers effectuent une intervention de mise en sécurité de l'objet – dans le vide-sanitaire de la maison – et réalisent les premières mesures radiologiques. Celles-ci ayant mis en évidence plusieurs zones de contamination radioactive, la préfecture déclenche l'intervention des spécialistes de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Ces derniers vérifient l'absence de danger pour les personnes ayant été en contact avec la fiole, puis dressent une cartographie de la radioactivité des lieux. Ils transmettent ensuite leur rapport à l'Andra, qui détermine et organise rapidement les travaux d'assainissement nécessaires.

Un service public

« Ce particulier a eu le bon réflexe en prévenant les autorités, pour lui comme pour la collectivité, décrypte Nicolas

Renault. La maison est désormais sûre pour ses futurs occupants et tous les éléments contaminés, dont les déchets radioactifs du chantier, se trouvent maintenant sur notre Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de l'Aube. Enfin, cette intervention relevant de la mission de service public confié par l'État à l'Andra, le propriétaire n'aura rien à payer. » ●

(1) L'écroûtage consiste à retirer la couche superficielle du sol.

(2) La CNAR intervient pour définir l'usage des subventions publiques consacrées à l'assainissement de sites pollués par la radioactivité.

(3) C'est-à-dire avec un élément radioactif ayant la propriété d'émettre de la lumière dans l'obscurité.



Voir la vidéo : <https://lc.cx/b5GdkX>



FAIRE REPRENDRE VOS OBJETS RADIOACTIFS

Les objets radioactifs peuvent se reconnaître à la présence du symbole en forme de « trèfle » (ou trisecteur) sur leur emballage ou des lettres « rad » ou « ra » dans leur nom. Ils peuvent aussi être conditionnés dans du béton ou du plomb. Il s'agit le plus souvent de réveils, d'aiguilles médicales, de poudres ou de produits cosmétiques anciens. L'Andra est chargée de les collecter gratuitement. Elle en récupère ainsi une cinquantaine chaque année, partout en France.

Contact : 01 46 11 83 27 ou collecte-dechets@andra.fr

L'Andra donne naissance à des jumeaux (numériques)

Clap de fin pour le projet Ci2ANum ! Trois ans après le démarrage du projet, les nouveaux outils développés à partir du concept de jumeaux numériques sont opérationnels. C'est l'heure du bilan et de l'appropriation de ces technologies prometteuses par les équipes de l'Andra.

Inventée dans les années 1970, la technologie des jumeaux numériques permet aujourd'hui de concevoir sa cuisine aménagée ou encore de se propulser dans l'époque médiévale d'un château. Mais elle bouleverse aussi les processus industriels, au départ dans l'industrie aéronautique et automobile, et désormais dans la filière nucléaire.

Qu'est-ce qu'un jumeau numérique ? « Une représentation virtuelle d'un objet réel », résume Sylvain Guilloteau, ingénieur numérique à l'Andra et pilote du projet Ci2ANum⁽¹⁾. Démarré en 2020 dans le cadre du plan de relance pour l'industrie « Soutien à l'investissement et à la modernisation de l'industrie », consécutif à la crise sanitaire, ce projet visait à expérimenter les jumeaux numériques sur les deux centres industriels de l'Andra dans l'Aube : le Centre de stockage de l'Aube (CSA) et le Centre

industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires). Il a impliqué une vingtaine de collaborateurs de l'Andra, essentiellement dans l'exploitation et la maintenance des installations.

Le projet s'est achevé en novembre dernier par la présentation des outils aux personnels des deux sites. « C'est l'aboutissement d'un projet de recherche et développement qui représente en même temps un nouveau point de départ : désormais, c'est aux opérationnels de s'emparer de ces outils et de se les approprier », analyse Sylvain Guilloteau.

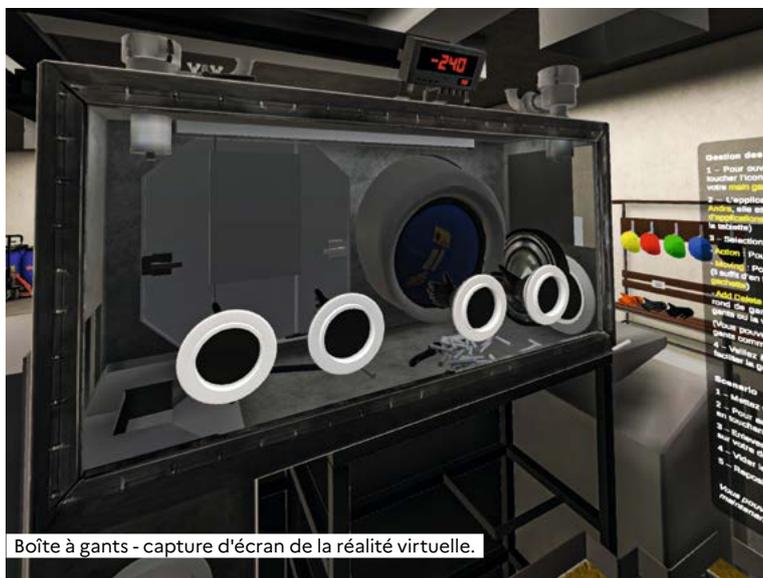
L'information accessible en un clin d'œil

Avec Ci2ANum, les partenaires du projet avaient décidé d'explorer toutes les potentialités des jumeaux numériques. « Doubles virtuels d'une réalité physique, les jumeaux numériques peuvent représenter



aussi bien un site entier qu'un process. Nous avons choisi de faire les deux à la fois », note Sylvain Guilloteau.

Ainsi, l'ensemble du CSA a été modélisé pour permettre de simuler différents scénarios lors de la construction future d'un nouvel ouvrage de stockage ou de l'aménagement d'un bâtiment. L'équipe projet s'est aussi penchée sur le suivi du contrôle des colis de déchets radioactifs, qui contribue à maîtriser leur qualité afin d'être acceptés par l'Andra sur le centre. « Jusqu'ici, pour alimenter les informations sur les colis, les opérateurs devaient ressaisir une masse de données disponibles dans des formats hétérogènes : papier, tableaux Excel, e-mails, etc. Grâce à la numérisation du procédé dans le cadre du projet Ci2ANum, toutes ces informations sont désormais consultables en temps réel via une interface de restitution de données synthétique. Grâce à cette vue synthétique, les opérateurs ont beaucoup plus de temps pour analyser la situation, anticiper les choses... », témoigne Sylvain Guilloteau. Et d'ajouter : « Les retours sont extrêmement positifs. En novembre dernier, ce sont les utilisateurs eux-mêmes qui ont présenté les outils à leurs collègues en leur montrant l'utilisation que l'on pouvait en faire. C'était un moment assez intense, qui révélait que l'appropriation des outils était en marche. »



Boîte à gants - capture d'écran de la réalité virtuelle.



Vue aérienne par drone du Centre de stockage de l'Aube.



Rendu 3D des relevés par télédétection laser du Centre de stockage de l'Aube.

Des formations en réalité virtuelle

Parallèlement, un outil de simulation a été déployé au Cires sur un procédé spécifique : le traitement des fioles de scintillation. Ces récipients, remplis de liquides radioactifs, sont traités dans une enceinte confinée appelée « boîte à gants ». Des opérateurs glissent leurs mains gantées dans ces caissons hermétiques pour trier les fioles. « Cette opération nécessite des gestes appropriés et extrêmement précis, car elle est potentiellement dangereuse pour les opérateurs. En cas de coupure, par exemple, il est important que ces opérateurs gardent leur sang-froid, aient les gestes adéquats et les bons réflexes », explique Sylvain Guilloteau. Grâce à ce simulateur, les

opérateurs pourront se former en réalité virtuelle. Équipés de lunettes, ils manipuleront virtuellement les fioles et apprendront à affiner leurs gestes techniques, sans aucun danger. « Avec ces premières expérimentations, la prochaine étape sera de déployer la technologie des jumeaux numériques. Les maquettes virtuelles apporteront notamment une aide précieuse pour démanteler certains équipements arrivant en obsolescence, comme le malaxeur⁽²⁾ du Centre de stockage de l'Aube, ou pour faire évoluer les sites », conclut Sylvain Guilloteau. ●

(1) Centres industriels de l'Andra dans l'Aube. Projet collectif porté par l'Andra en collaboration avec Assystem, ATFF, ATIS, cloud, Human Games et SPARTE.

(2) Énorme cylindre de 2 mètres de diamètre sur 80 centimètres de hauteur servant à mélanger le béton qui enrobe certains colis de déchets radioactifs avant leur stockage.

DE LA NASA À L'ANDRA

Quel est le point commun entre Apollo 13, la Chapelle royale du château de Versailles, les cuisines Ikea et... les centres industriels de l'Andra dans l'Aube ? Ils s'appuient tous sur les technologies des jumeaux numériques. C'est d'abord la NASA, l'agence spatiale américaine, qui a exploré cette approche, en 1970, pour la troisième mission visant à faire atterrir des hommes sur la Lune. Afin de permettre à l'équipage de revenir sain et sauf sur Terre, elle a en effet réalisé une maquette du vaisseau pour effectuer des simulations et résoudre plus facilement d'éventuels problèmes à distance.



Lire le document de retours d'expériences : <https://lc.cx/csDH1J>



#ON VOUS RÉPOND

Pourquoi ne pas envoyer les déchets radioactifs dans l'espace ?

Cette solution revient parfois dans les débats sur le devenir des déchets radioactifs les plus dangereux. De fait, la NASA, l'agence spatiale américaine, a étudié cette possibilité dans les années 1970 et au début des années 1980. Plusieurs destinations ont été envisagées, dont la surface de la Lune et une orbite autour du Soleil. Cette piste a été abandonnée pour des raisons de

sécurité, de faisabilité, mais également de coût. Il faudrait en effet 14 fois plus de fusées qu'il n'en décolle aujourd'hui pour acheminer *a minima* les déchets de haute activité (HA) produits chaque année par les centaines de réacteurs nucléaires de la planète. En prenant en compte les déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL), l'envoi dans l'espace ne serait pas en mesure, à lui seul, de gérer ces deux catégories de déchets radioactifs de manière définitive. Sans oublier les échecs au décollage... Le risque, même très limité, entraînerait des conséquences potentiellement très importantes pour le public et l'environnement en cas d'échec d'un tir et de retombées des résidus radioactifs sur Terre. Enfin, l'incidence environnementale de ces lancements n'a pas été examinée à l'époque de ces études. L'ensemble de ces enjeux a conduit à écarter l'option de l'envoi de nos déchets radioactifs dans l'espace.



La chaîne Tout Simplement –
Kurzgesagt en parle dans sa vidéo :
www.andra.fr/node/2585



#ILS SONT VENUS NOUS VOIR



Polina Parinova
Étudiante en Master Production d'Énergie
Nucléaire et Applications Industrielles (NEPIA)
à l'IMT (Institut Mines-Télécom) Atlantique.

« Cette visite a permis d'offrir un regard fascinant et approfondi sur le rôle essentiel que joue l'Andra pour assurer la gestion sûre et durable des déchets radioactifs, pierre angulaire de l'industrie nucléaire. Le fait de voir de mes propres yeux comment l'excellence en ingénierie et la responsabilité environnementale sont au cœur des activités de l'Andra m'a inspirée davantage à m'engager à promouvoir des solutions durables et innovantes dans le secteur de l'énergie. Un grand merci à l'IMT Atlantique et à nos professeurs d'avoir organisé cette visite et de nous avoir offert de si précieuses opportunités d'apprentissage. Des expériences comme celles-ci sont essentielles pour former les futurs professionnels. »



Vous aussi, vous souhaitez mieux comprendre la gestion des déchets radioactifs ?
Contactez le service communication au **03 25 92 33 04** ou par mail à comm-centresaube@andra.fr



Que représente cette photo ?

Ce sont des déchets radioactifs de très faible activité (TFA) constitués de barres de fer issues de démantèlement d'installations nucléaires, destinées à être stockées au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) de l'Andra.



Plus d'infos sur :
https://lc.cx/_vZfDI





RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Les sites de l'Andra se visitent toute l'année !

Il suffit de nous contacter :
06 25 92 33 04
comm-centreaube@andra.fr

