

AUTOMNE 2026 N° 55

le Journal de l'Andra

— ÉDITION MEUSE/HAUTE-MARNE

P.12

**Démantèlement
des installations
nucléaires :**
que deviennent
les déchets
radioactifs ?



Sommaire

en bref

- P.4** L'Andra et l'Université de Lorraine prolongent leur partenariat scientifique
- P.4 Dans les médias**
Sauvegarder la mémoire de l'humanité sur la Lune



- P.5** L'Andra s'engage avec Les SouterReines pour la mixité dans le BTP
- P.5** Cigéo : un rapport parlementaire qui conforte la trajectoire du projet

tableau de bord

- P.6** Demande d'autorisation de création de Cigéo : bilan de l'enquête publique

territoire

- P.7** Au chevet des arbres menacés
- P.8** Les hydrogéologues de demain formés sur le terrain
- P.9** Poussières : un suivi renforcé autour de deux chantiers en cours
- P.10** Cigéo : des fouilles archéologiques pour éclairer plus de 5000 ans d'occupation humaine

dossier



P.12 Dossier Démantèlement des installations nucléaires : que deviennent les déchets radioactifs ?

- P.14** Le cycle de vie des installations nucléaires
- P.15** Démantèlement, mode d'emploi
- P.16** La situation des installations nucléaires en démantèlement en France
- P.18** Le devenir des déchets du démantèlement
- P.20** Fessenheim : anatomie d'un démantèlement
- P.22** Terminus : les centres de stockage de l'Andra
- P.23** Préparer les solutions de demain

portrait

- P.24** Rémy Thirion, un ingénieur sur tous les fronts de Cigéo

l'invité

- P.25** Traverser les siècles pour se faire comprendre : rencontre avec Arne Berckmans

reportage

- P.26** Cigéo : le territoire passé au laser

décryptage

- P.27** MREA : mieux protéger le chemisage des alvéoles HA
- P.28** La Chine en route vers le stockage géologique profond

innovation

- P.29** Y a-t-il des alternatives au stockage géologique ?

entre nous

- P.30 On vous répond**
L'Andra dispose-t-elle déjà de tous les terrains nécessaires pour construire Cigéo ?



- P.30 #Ils sont venus nous voir**
- P.31** Photomystère

LE POINT DE VUE DE CHEREAU

AMÉLIORER VOTRE DÉMANTÈLEMENT



En France, 36 installations nucléaires de base sont définitivement arrêtées, dont 23 en cours de démantèlement. Comment se déroule ce processus, du démontage des équipements à l'évacuation des déchets ? Quels déchets radioactifs en découlent et comment l'Andra assure-t-elle leur gestion tout en préparant les besoins futurs ? À lire dans notre dossier, page 12.

le Journal de l'Andra
Édition Meuse/Haute-Marne N° 55
Centre de Meuse/Haute-Marne
CMHM RD 960 - BP9 - 55290 - journal-andra@andra.fr

Directrice de la publication : Lydie Evraud • Directeur de la rédaction : Antoine Billat • Coordinatrice éditoriale : Manon Berruer • Rédacteur en chef : Janlou Chaput-Morin • Ont participé à la rédaction : Manon Berruer, Janlou Chaput-Morin, Olivier Constant, Valérie Lachenaud, Guillaume Tixier, Séverine Vallat • Responsable iconographie : Sophie Muzerelle • Crédits photos : Andra, China Nuclear National Corporation, C. Crespeau/Orano, V. Duterme, EDF, C. Helsly, Inrap, P. Leopold, NIRAS-ONDRAF, D. Queyrel, Sanctuary on the Moon • Dessins : Antoine Chereau • Infographies et illustrations : Antoine Levesque, Citizen Press • Conception et réalisation : Citizen Press, Paris : www.citizen-press.fr • Impression : BLG Toul - SIRET 43761704600044 - Imprimé sur du papier issu de forêts durablement gérées dans une imprimerie certifiée Imprim'Vert • © Andra • DDPDICOMCD2026005376 • ISSN 2106-8291 (imprimé), ISSN 3037-0256 (en ligne) • Tirage : 192000 ex.



PEFC/10-32-2813

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

20 ans

La loi du 28 juin 2006 retient le principe d'un stockage géologique profond réversible pour les déchets les plus radioactifs. Elle intervient après quinze ans de recherches de l'Andra et du CEA, un débat public, ainsi que l'avis de la Commission nationale d'évaluation et de l'Autorité de sûreté nucléaire, cette dernière considérant que le stockage géologique profond constitue une solution de gestion définitive qui apparaît incontournable. Vingt ans plus tard, la procédure d'autorisation de création de Cigéo approche de son terme.

Perspectives Business réunit près de 400 participants

Jeudi 24 septembre, sur son centre de Meuse/Haute-Marne, l'Andra organisait la journée Perspectives Business aux côtés du groupement d'entreprises locales Energic 52/55 ainsi que de la chambre de commerce et d'industrie. L'événement a réuni environ 70 entreprises et 450 participants, ainsi que plusieurs invités de premier plan. Parmi les temps forts : l'intervention d'Anne-Charlotte Fredenucci, présidente d'AMETRA⁽¹⁾, qui a partagé son expérience et sa vision. Cette journée a permis aux entreprises de mieux connaître les biens et les services proposés par les uns et les autres et d'approfondir leur connaissance des besoins de la filière. Les acheteurs des grands donneurs d'ordre ont également pu rencontrer et échanger directement avec les acteurs économiques locaux.

(1) Société d'ingénierie industrielle intervenant dans les secteurs du nucléaire, de l'aéronautique et de la défense.

L'Andra et l'Université de Lorraine prolongent leur partenariat scientifique

L'Andra et l'Université de Lorraine ont renouvelé, le 31 août, leur partenariat scientifique pour la période 2026-2031. Prolongeant plus de vingt-cinq ans de collaboration, cet accord vise à renforcer les coopérations de recherche et de formation dans les domaines des géosciences, de l'environnement, du numérique, de la robotique et de l'intelligence artificielle.

Il s'articule autour de quatre axes majeurs, avec une ambition affirmée : développer des approches toujours plus interdisciplinaires.



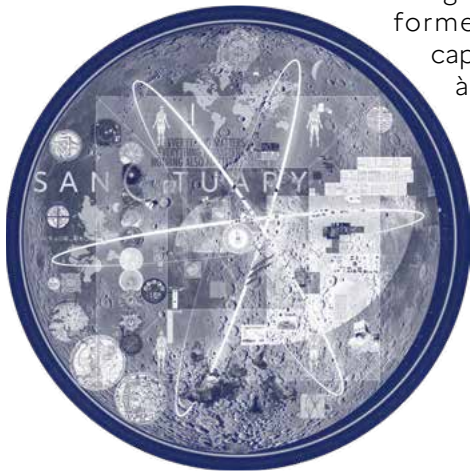
Signature du partenariat entre Hélène Boulanger, présidente de l'Université de Lorraine, et Lydie Evrard, directrice générale de l'Andra.

dans les médias

Sauvegarder la mémoire de l'humanité sur la Lune

Dans l'émission « Le Grand Entretien » du 8 mars sur France Inter, l'astronaute Jean-François Clervoy et l'ingénieur aérospatial Allan Petre ont présenté le projet *Sanctuary on the Moon*, qui prévoit de déposer sur la Lune 24 disques de saphir gravés, réunissant une sélection de connaissances et de créations humaines. Conçus pour résister aux conditions lunaires et rester lisibles sans

technologie complexe, ces disques formeraient une sorte de capsule temporelle destinée à laisser une trace durable de notre civilisation. Une démarche qui fait écho aux travaux menés par l'Andra pour conserver et transmettre aux générations futures la mémoire de ses centres de stockage de déchets radioactifs.



Pour écouter l'émission : urlr.me/9e6hP4



Émilie Huret, cheffe de centre, et Céline Lefèvre, vice-présidente de l'association Les SouterReines, ont signé une convention de partenariat pour deux ans.

L'Andra s'engage avec Les SouterReines pour la mixité dans le BTP

Le 19 juin dernier, au Centre de Meuse/Haute-Marne, l'Andra a signé un partenariat de deux ans avec l'association Les SouterReines, engagée en faveur de la mixité dans les métiers du bâtiment et travaux publics (BTP).

La convention a été officialisée par Émilie Huret, cheffe de centre, et Céline Lefèvre, vice-présidente de l'association. À travers cet engagement, l'Andra contribue à la féminisation d'un

secteur où les femmes restent encore minoritaires. L'objectif est de promouvoir les métiers du BTP, d'encourager l'accès des femmes à ces professions et de lever les freins à leur embauche. Ainsi, en rejoignant le réseau des SouterReines, l'Agence s'inscrit dans une dynamique collective réunissant entreprises, organismes de formation et acteurs publics désireux de féminiser davantage les métiers de la construction. Cette collaboration vise également à accompagner les structures dans la féminisation de leurs équipes et à faire évoluer durablement les pratiques et les mentalités. ●

Cigéo : un rapport parlementaire qui conforte la trajectoire du projet

L'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (Opecst) a remis, le 18 juin 2026, son rapport sur la demande d'autorisation de création de Cigéo aux commissions compétentes de l'Assemblée nationale et du Sénat. À travers ce document, l'Office examine si les conditions sont réunies pour que le Gouvernement puisse autoriser, par décret, la création d'une installation de stockage géologique profond pour les déchets les plus radioactifs.

Le rapport indique que cette demande d'autorisation de création constitue « l'aboutissement d'un long processus technique et démocratique ». Il souligne également le sérieux du travail conduit par l'Andra, la robustesse globale des options de conception et le rôle central de la roche argileuse du Callovo-Oxfordien.

Pour la poursuite du projet, plusieurs recommandations sont adressées à l'Agence, notamment la réévaluation

future des connaissances ou l'inclusion d'une marge de précaution au coût de référence de Cigéo. Les rapporteurs insistent également sur l'importance d'une vigilance démocratique continue et d'un suivi parlementaire dans la durée. Ce rapport conforte la crédibilité du dossier présenté par l'Andra et

éclaire la poursuite de la procédure d'autorisation. Il souligne en particulier qu'« une société responsable a le devoir de limiter les externalités négatives de ses activités dans le temps présent et dans le futur [...] pour les laisser le moins possible à la charge des générations à venir ». ●



Stéphane Piednoir, sénateur et président de l'Opecst, s'est rendu au Centre de Meuse/Haute-Marne dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de création de Cigéo le 2 mars 2026.

Demande d'autorisation de création de Cigéo : bilan de l'enquête publique

L'enquête publique relative à la demande d'autorisation de création de Cigéo s'est achevée le 16 juillet 2026. Elle a permis aux citoyens de déposer leurs avis et observations et de participer aux réunions publiques pour s'informer et échanger autour du projet. La commission d'enquête a émis un avis favorable. Retour en chiffres.

3 166 AVIS déposés sur le registre numérique



4 RÉUNIONS PUBLIQUES

- En ligne les 3 et 15 juin
- En présentiel le 4 juillet à Bar-le-Duc et le 8 juillet à Chaumont

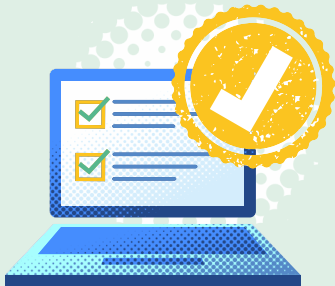
5 COMMISSAIRES ENQUÊTEURS

60 JOURS D'ENQUÊTE

22 PERMANENCES DE LA COMMISSION D'ENQUÊTE

Le 14 septembre 2026, les préfectures de la Meuse et de la Haute-Marne ont publié le rapport et les conclusions motivées de la commission d'enquête. Celle-ci émet un avis favorable à la demande d'autorisation de création de Cigéo, assorti de deux réserves et de deux recommandations.

Les documents sont consultables sur : registre-numerique.fr/dac-cigeo/rapport



Sur la base du rapport et des conclusions de la commission d'enquête, des avis de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASN), de la Commission nationale d'évaluation (CNE) et de l'Autorité environnementale, du rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), de l'avis de la préfète coordinatrice et du résultat des consultations des collectivités territoriales et des parties prenantes menées dans le cadre du processus d'instruction, le ministère en charge de la sûreté nucléaire devrait soumettre un projet de décret d'autorisation de création pour avis à l'ASN puis au Conseil d'État.



Les cyprès de Louisiane sont plantés sur une parcelle humide, en bord de cours d'eau.

VOUS AVEZ DIT « RIPISYLVES » ?

La ripisylve désigne les boisements qui bordent les cours d'eau. Leurs systèmes racinaires contribuent à stabiliser les berges, à filtrer une partie des éléments présents dans l'eau et à offrir des habitats à de nombreuses espèces. Bien que longtemps planté dans ces zones, le frêne n'est pas particulièrement adapté à ces milieux humides... contrairement au cyprès de Louisiane !

Au chevet des arbres menacés

Après avoir contribué au retour du cormier dans les paysages meusiens, l'Association cormier fruitier forestier (AC2F) s'intéresse au cyprès chauve pour remplacer le frêne dans certains milieux humides. L'Andra soutient cette démarche de préservation des espèces d'arbres fragilisées depuis 2009.

L'association AC2F est née de la volonté d'un horticulteur et sylviculteur passionné, Fabrice Varinot, déterminé à redonner vie à un arbre en danger. « Le cormier a été implanté en Gaule par les Romains qui utilisaient ses fruits pour produire une farine destinée aux chevaux et aux troupes militaires, explique le président fondateur de l'association. Petit à petit, il s'est effacé de nos paysages jusqu'à faire partie des espèces en voie de disparition. » Après plus de quinze ans d'engagement de l'AC2F, le cormier a été réintroduit dans le territoire meusien et n'est plus considéré comme une essence menacée.

Après cette première victoire, l'association poursuit sur sa lancée. « Nous avons décidé de nous focaliser sur le frêne, attaqué par un champignon, indique Fabrice Varinot. Les arbres morts peuvent s'effondrer sur les routes ou obstruer les cours d'eau. » Mais par quoi le remplacer ? Par le cyprès de Louisiane, surnommé « cyprès chauve ». Introduit depuis près de quatre siècles en Europe, ce

dernier affectionne particulièrement les milieux humides.

Une expérimentation soutenue par l'Andra

Un projet pilote est mené à Rancourt-sur-Ornain en partenariat avec le groupement forestier de l'Aiprouer, l'Institut pour le développement forestier et l'Andra. « Nous avons planté 50 arbres cet hiver et nous allons en replanter autant cet automne, annonce Fabrice Varinot. Si l'expérimentation est concluante, nous pourrions promouvoir cette essence. »

Le cyprès de Louisiane pourrait ainsi prendre le relais des frênes dépérissants dans les ripisylves (voir encadré) et contribuer au maintien de milieux favorables à la biodiversité. « On peut même envisager de le planter dans des peupleraies ou dans des zones fragiles », ajoute Fabrice Varinot. Autre atout : il produit un bois d'œuvre très dur, qui ne nécessite pas de traitement et peut donc être employé pour du mobilier urbain, du bardage, etc. ●



Les hydrogéologues de demain formés sur le terrain

Des étudiants de l'ENSG et de la Faculté des sciences et technologies de Nancy ont été accueillis à l'Andra pour une immersion en hydrogéologie. Ils ont pu mettre en pratique leurs enseignements grâce aux dispositifs de suivi présents sur le site.



Des étudiants nancéiens sont venus profiter des installations de l'Andra pour s'exercer.

Du 11 au 15 mai 2026, le Centre de Meuse/Haute-Marne s'est transformé en salle de travaux pratiques à ciel ouvert pour les étudiants de l'École nationale supérieure de géologie de Nancy. Parmi eux, 17 étudiants inscrits dans le parcours Eau et environnement aux côtés de quatre étudiants de la Faculté des sciences et

technologies de Nancy ont pris part à un stage de terrain dédié à l'hydrogéologie. Depuis plus de dix ans, ce partenariat permet aux futurs professionnels de l'eau et de l'environnement de se confronter à des situations concrètes. Pompages d'essai, relevés piézométriques, mesures de débit dans la Saulx, tests d'infiltration dans les sols... Les étudiants ont alterné observations, manipulations et travaux en autonomie.

POURQUOI CE SITE EST-IL SI FORMATEUR ?

Le Centre de Meuse/Haute-Marne offre aux étudiants un terrain d'apprentissage grandeur nature : un réseau dense de forages et de piézomètres, des équipements de mesure en conditions réelles, et un aperçu d'études scientifiques menées en direct sur le territoire. Un cadre idéal pour passer de la théorie à la pratique.

« Un bel outil de travail »

« Ce temps sur le terrain nous permet de mettre en pratique ce qu'on voit au niveau théorique. C'est notre première expérience de terrain, et c'est agréable », témoigne l'un d'eux. Un autre souligne la richesse du site : « On dispose d'un bel espace et d'un bel outil de travail. »

L'intérêt pédagogique tient notamment à la densité des

dispositifs disponibles, permettant de comprendre les circulations d'eau souterraine et les méthodes de suivi associées. « On arrive aussi dans un contexte déjà existant, ce qui donne le sentiment d'être utile et de participer, à notre niveau, à un projet important », expose un troisième étudiant.

L'appui de l'Andra est également apprécié pour l'accès aux infrastructures et aux moyens techniques. « Je ne sais pas s'il y a beaucoup d'entreprises qui mettent leur matériel à disposition comme l'Andra le fait avec nous. C'est une chance », relève un participant.

En mettant à disposition son terrain et ses équipements, l'Andra contribue ainsi à la formation des hydrogéologues de demain, tout en faisant connaître ses métiers et ses expertises. Avec l'évolution des études hydrogéologiques, notamment autour des calcaires du Barrois, ces immersions pourraient encore s'enrichir dans les années à venir. ●



Les capteurs de poussières sont placés à des endroits stratégiques.

Poussières : un suivi renforcé autour de deux chantiers en cours

Dans le cadre de chantiers qui ont démarré l'été dernier, l'Andra renforce le suivi des retombées de poussières. Objectif : mieux caractériser leurs effets et préparer le suivi de futurs travaux de plus grande ampleur.

Plusieurs opérations ont débuté : des fouilles archéologiques liées aux premiers travaux préparatoires à Cigéo (voir page suivante) et l'évacuation d'une partie des déblais du Laboratoire souterrain. Ces activités entraînent des mouvements de terres susceptibles de générer des émissions de poussières. L'Andra met donc en place un dispositif spécifique pour mesurer leurs retombées.

Cinq jauges installées autour du site

Cinq jauges de retombées atmosphériques ont été installées sur et autour du centre. À Houdelaincourt, la plus éloignée du chantier sert de référence. Les autres sont réparties sur différents secteurs du site, notamment à proximité des futures fouilles archéologiques et de la zone des verses du Laboratoire souterrain. Relevées chaque mois, ces données permettront de

mesurer les quantités de poussières au sol. Des analyses complémentaires seront également réalisées afin de mieux caractériser les particules recueillies : nature, dimension et origine (terre retournée, activités agricoles avoisinantes, etc.).

Deux opérations concernées... et coordonnées

Les fouilles archéologiques feront l'objet d'un suivi réglementaire des retombées de poussière pendant dix-huit à vingt-quatre mois. En parallèle, 20 000 m³ d'argilite ont été excavés du Laboratoire souterrain. Les retombées liées à leur évacuation, par camions bâchés, ont été analysées. Les matériaux seront transportés vers une installation de stockage. Une opération qui permet à court terme de libérer de l'espace pour accueillir les déblais issus des futurs creusements. ●

DES MESURES ACOUSTIQUES CHEZ DES RIVERAINS VOLONTAIRES

En complément du suivi des poussières, des capteurs sonores seront installés chez plusieurs riverains volontaires afin de mesurer en continu les niveaux de bruit liés à ces chantiers.



Tous les mois, les poussières piégées par les capteurs sont récupérées et analysées.



Sur le futur site de la zone descendrière, des archéologues de l'Inrap mettent au jour un bûcher funéraire de l'époque gallo-romaine.

Cigéo : des fouilles archéologiques pour éclairer plus de 5000 ans d'occupation humaine

Une vaste campagne de fouilles archéologiques a débuté le 6 juillet 2026, pour dix-huit à vingt-quatre mois, sur les emprises liées à Cigéo. Stéphane Sindonino, archéologue et directeur adjoint et technique à l'Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap), expose les enjeux.



Stéphane Sindonino

Après la campagne de diagnostics archéologiques menée entre 2015 et 2016, de nouvelles fouilles ont débuté le 6 juillet dernier sur l'emprise du futur site de Cigéo et pourraient s'étaler sur les deux prochaines années.

Qu'avez-vous trouvé lors des diagnostics ?

Les diagnostics ont porté sur plus de 330 hectares, en particulier sur la voie ferrée, qui acheminera les colis jusqu'au site, et la zone descendrière, dédiée au contrôle et à la préparation des colis avant leur transfert vers le stockage souterrain. On a mis en évidence des vestiges datés du Néolithique jusqu'au haut Moyen Âge : une enceinte néolithique probablement défensive, des habitats de l'âge du Bronze et de l'âge du Fer, plusieurs villas antiques, et un village du haut Moyen Âge. Sur ce plateau, on a donc une occupation qui commence vers 3500 avant J.-C. Cela représente plus de 5000 ans d'histoire.

Vous attendiez-vous à ce type de découvertes ?

On est sur un territoire archéologiquement mal connu, avec

peu d'opérations réalisées auparavant. Et tant qu'on n'a pas mené de diagnostic, il est difficile de connaître le potentiel d'un secteur. Nous sommes donc allés sur le terrain sans idées préconçues, sans savoir ce qu'on allait trouver.

Pourquoi les fouilles sont-elles indispensables pour aller plus loin ?

Le diagnostic donne une vision très partielle : il ne porte que sur 10% du terrain. On risque de passer à côté d'éléments importants ou de se tromper dans les interprétations. On pourrait par exemple ne pas tomber sur la tour Eiffel à Paris, ou n'en voir qu'un pilier sans comprendre le monument dans son ensemble. Ce qu'on pense être une villa gallo-romaine se révélera peut-être un sanctuaire ; pour l'âge du Fer, ce que l'on interprète comme de l'habitat pourrait

aussi correspondre à des bâtiments de stockage. La fouille va nous donner une vision bien plus exhaustive des anciens habitants du territoire et de leur quotidien.

Qu'espérez-vous découvrir ?

Pour chaque époque, on attend des objets différents. Pour le Néolithique (6000 à 2200 avant J.-C.), cela peut être des outils en pierre taillée ou polie, des céramiques, des objets de parure. Pour la Protohistoire (2200 à 52 avant J.-C.), des poteries, des silex taillés, peut-être des parures en bronze. Pour l'Antiquité (52 avant J.-C. à 500 après J.-C.), on peut tomber sur des monnaies, des objets du quotidien, des fibules, des céramiques en grande quantité ou des amphores. Pour le haut Moyen Âge (500-800 après J.-C.), de la poterie, de l'armement mérovingien ou des objets venus de Germanie ou des bords du Rhin. On imagine retrouver des objets de la vie du quotidien.

En cas de découverte majeure, que se passerait-il ?

L'archéologie préventive permet de libérer les terrains du « risque » archéologique. Pour comprendre les sites, on



Avec une pelle mécanique, les archéologues peuvent rapidement voir s'ils sont sur une parcelle riche ou non.

les démonte intégralement. Quand on a fini d'étudier le sous-sol, on a transformé les données en archives scientifiques et numériques. À partir de là, l'aménageur peut disposer de son terrain et poursuivre son projet.

Ce site peut-il présenter un intérêt scientifique et historique au-delà de l'échelon local ?

Dans un premier temps, l'intérêt est local : on redonne vie à des populations dont on connaît peu l'histoire. Mais

l'apport sera aussi régional, parce qu'on est sur un secteur peu documenté. Et sur des surfaces aussi importantes, on ne peut pas exclure une découverte de portée plus large, voire un site inédit en archéologie. La belle surprise n'est pas exclue ! ●

LES TRAVAUX PRÉPARATOIRES SUIVENT LEUR COURS

Les fouilles archéologiques s'inscrivent dans un ensemble plus large de travaux préparatoires, dont certains sont en cours, en phase d'analyse voire déjà achevés. C'est notamment le cas du chantier des bases-vie, finalisé avant le lancement de la campagne archéologique, ce qui a permis d'accueillir les équipes de l'Inrap dans de bonnes conditions.

D'autres investigations techniques se poursuivent, notamment avec le lancement de la campagne des forages profonds à l'automne, destinés à affiner la connaissance du sous-sol. Ils complètent, dans un autre registre, les premières campagnes hydrogéologiques et géotechniques engagées depuis septembre 2025 et qui, progressivement, livrent leurs premiers résultats.

Toutes ces données, qui seront acquises jusqu'à l'horizon 2028, contribueront à compléter les connaissances et à préparer certains choix techniques de Cigéo.



En 2015 et 2016, un diagnostic archéologique avait été diligenté pour mesurer la richesse du patrimoine enseveli.

Démantèlement des installations nucléaires : que deviennent les déchets radioactifs ?

À l'instar de toute activité industrielle, une installation nucléaire a une durée de vie limitée. À l'arrêt définitif, ses équipements sont démontés, les bâtiments assainis puis déconstruits, et les déchets évacués. Cet ensemble d'opérations est appelé « **démantèlement** ».

Plusieurs chantiers de **démantèlement** sont en cours en France. Parmi eux : les réacteurs nucléaires de première génération, arrêtés entre la fin des années 1960 et le début des années 1990, d'anciens laboratoires de recherche ou des installations d'enrichissement d'uranium. L'année 2026 marque également une étape importante avec la publication du décret autorisant le démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim, arrêtée en 2020.

Les déchets produits lors du démantèlement sont orientés vers **des filières de gestion adaptées**. Une grande majorité sont des déchets conventionnels ; seule une faible part est radioactive.

Pour l'Andra, l'enjeu est double : **stocker ces déchets radioactifs en toute sûreté et anticiper les capacités nécessaires pour répondre aux besoins de stockage des décennies à venir.**

Comment se déroule le démantèlement d'une installation nucléaire ? Quelles avancées pour les principaux chantiers ? Quels déchets produisent-ils et que deviennent-ils ? C'est ce que nous découvrirons à travers ce dossier.

36
INSTALLATIONS
NUCLÉAIRES DE BASE
SONT DÉFINITIVEMENT
ARRÊTÉES À FIN 2025.

CHIFFRES CLÉS (À FIN 2025)



118
installations nucléaires
de base (INB) en France*

57 réacteurs nucléaires
de production d'électricité
en fonctionnement

40 ans
âge moyen du parc
électronucléaire français

Les **34** réacteurs
les plus anciens du parc
électronucléaire ont été mis
en service entre **1978 et 1988**

* Relèvent du régime des INB :
- les installations en construction, dès lors qu'elles ont fait l'objet d'un décret d'autorisation de création ;
- les installations en fonctionnement ;
- les installations à l'arrêt et en cours de démantèlement, jusqu'à leur déclassement par décision de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection.

DE QUOI PARLE-T-ON ?

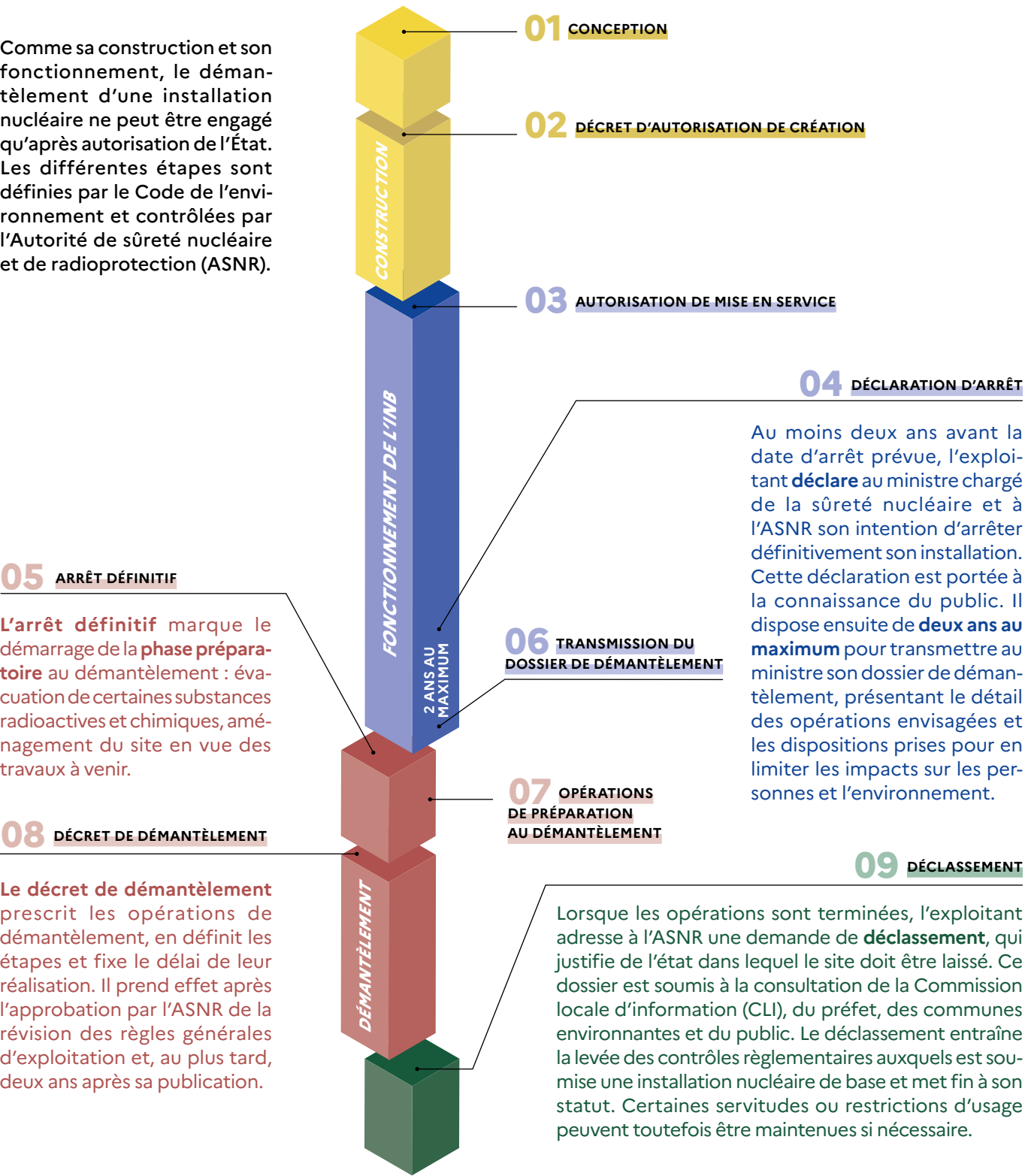
DÉCHET RADIOACTIF :
substance ou objet
radioactif pour lequel
aucune utilisation
ultérieure n'est prévue ou
envisagée.

MATIÈRE RADIOACTIVE :
substance radioactive
pour laquelle une
utilisation ultérieure est
prévue ou envisagée, le cas
échéant après traitement.

Le cycle de vie des installations nucléaires

La vie d’une installation nucléaire de base (INB) comprend quatre phases majeures : sa conception, sa construction, son fonctionnement et son démantèlement⁽¹⁾. Cette dernière étape est aussi strictement encadrée par la réglementation et s’étend sur plusieurs années, voire plusieurs décennies.

Comme sa construction et son fonctionnement, le démantèlement d’une installation nucléaire ne peut être engagé qu’après autorisation de l’État. Les différentes étapes sont définies par le Code de l’environnement et contrôlées par l’Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR).



(1) Les installations de stockage de déchets radioactifs présentent un cycle de vie spécifique, qui comprend notamment une phase de surveillance après leur fermeture.



Démantèlement, mode d'emploi

Démanteler une installation nucléaire ne consiste pas seulement à déconstruire des bâtiments. Avant même les travaux, des opérations préparatoires sont réalisées et le chantier est minutieusement organisé. Les opérations de démantèlement se déroulent ensuite progressivement, sous le contrôle de l’Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR).

Dès l’arrêt définitif de l’installation nucléaire, pendant la phase préparatoire au démantèlement, l’exploitant vidange les circuits et les équipements, évacue les combustibles usés lorsqu’il s’agit d’un réacteur nucléaire, ainsi que les déchets et effluents radioactifs liés au fonctionnement de l’installation. L’évacuation du combustible permet alors de retirer plus de 99 % de la radioactivité présente dans l’installation. Le site est également préparé pour les opérations à venir : organisation des accès, adaptation des réseaux de ventilation, d’eau, d’électricité... Toutes ces opérations sont réalisées dans le cadre de l’autorisation d’exploitation initiale, avec les mesures de sûreté et de sécurité requises.

Des étapes bien encadrées
Contrairement à une déconstruction classique, les bâtiments ne sont pas démolis d’emblée. Chaque élément est contrôlé, démonté et orienté vers la filière de gestion adaptée. Le dossier de démantèlement soumis par l’exploitant détaille l’ensemble des travaux envisagés, de la mise à l’arrêt définitif à l’état final visé.

Le décret de démantèlement précise les principales opérations autorisées, par exemple le démontage d’équipements, l’assainissement des locaux et des sols, la destruction de structures de génie civil, le traitement, le conditionnement et l’évacuation de déchets, radioactifs ou non. Les opérations de démantèlement peuvent en effet générer d’importants volumes de déchets, dont une partie seulement est radioactive et provient de

zones limitées de l’installation (voir schéma page 19). Par décision, l’ASNR peut encadrer davantage le démantèlement avec des prescriptions techniques. Comme en phase d’exploitation, la sûreté d’une installation nucléaire en démantèlement fait également l’objet d’un réexamen périodique par l’ASNR, tous les dix ans. Une fois les opérations terminées et les objectifs fixés atteints, l’installation peut alors être déclassée.

DÉMANTÈLEMENT IMMÉDIAT OU DIFFÉRÉ : DEUX STRATÉGIES

L’article L. 593-25 du Code de l’environnement demande que le démantèlement d’une installation nucléaire intervienne « dans un délai aussi court que possible ». Cette stratégie française a de multiples avantages : ne pas reporter la charge du démantèlement sur les générations futures, bénéficier des connaissances et des compétences de l’exploitant, éviter des dépenses importantes de surveillance et de maintien de la sûreté. D’autres pays optent pour un démantèlement différé : les opérations sont reportées pendant plusieurs décennies (de 30 à 100 ans) après l’arrêt de l’installation. Avantages : des chantiers moins complexes grâce à la décroissance de la radioactivité, une moindre exposition des travailleurs et des dépenses étalées dans le temps. Le choix dépend de la réglementation nationale, de la stratégie de financement, de la disponibilité de techniques de démantèlement et de personnels qualifiés, ainsi que de l’existence de filières de gestion des déchets.

La situation des installations nucléaires en démantèlement en France

Au 31 décembre 2025, la France comptait 36 installations nucléaires définitivement arrêtées, dont 23 en cours de démantèlement. Répartis sur l'ensemble du territoire, ces chantiers concernent des installations très diverses, des réacteurs électronucléaires aux laboratoires de recherche, en passant par les usines du cycle du combustible. Cette carte en offre une vision d'ensemble et met en lumière quelques opérations d'envergure.

1

CHOOZ-A
Réacteur à eau pressurisée (REP)
Exploitant : EDF
Mise en service : 1967
Arrêt définitif : 1991

Dans les Ardennes, le premier réacteur à eau pressurisée français du site de Chooz-A sert de chantier pilote depuis plusieurs dizaines d'années. Les solutions développées ici ouvrent la voie au démantèlement futur des réacteurs de même technologie. Le chantier est aujourd'hui dans sa dernière phase : la salle des machines, la station de pompage et les bâtiments nucléaires ont été déconstruits. Courant 2019, à la suite du démantèlement des équipements internes de la cuve du réacteur, l'opération délicate que représente l'extraction de son couvercle a été menée avec succès. En 2025, cette même cuve a été extraite du réacteur, intervention particulière du fait de ses 190 tonnes et de sa position dans un puits de béton étroit à 150 mètres sous terre. Cette étape a marqué l'évacuation de l'un des derniers principaux éléments radioactifs présents sur le site. Une fois vides, les deux cavernes (qui abritaient respectivement la piscine d'entreposage du combustible et la cuve du réacteur) seront remplies aux deux tiers de gravats. Sur les 70 000 tonnes de déchets liés au démantèlement, 40 % sont radioactifs⁽¹⁾. Certains d'entre eux ont déjà été stockés sur les centres de l'Andra dans l'Aube.

(1) La proportion de déchets radioactifs est plus importante que la moyenne pour le démantèlement des REP du fait de la configuration particulière du site.



Chantier de démantèlement de la centrale de Chooz-A, déconstruction de la caverne.

2

BRENNILIS
Réacteur à eau lourde refroidi au CO₂
Exploitants : CEA, puis EDF
Mise en service : 1967
Arrêt définitif : 1985

Située dans les monts d'Arrée, dans le Finistère, la centrale de Brennilis est dotée du seul réacteur dit modéré à eau lourde et refroidi au gaz carbonique en France, et exige des techniques de démantèlement spécifiques. En 2025, EDF a obtenu les dernières autorisations réglementaires permettant d'engager le démantèlement complet de l'installation.

Après la déconstruction des bâtiments annexes et le retrait des principaux équipements, environ 19 000 tonnes de déchets radioactifs ont déjà été orientés vers leurs filières de gestion : il s'agit, dans leur grande majorité, de déchets de très faible activité vers le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) de l'Andra, dans l'Aube.

Le démantèlement a connu un véritable tournant en 2025 avec l'ouverture du bloc réacteur, qui contient les éléments les plus radioactifs. Les téléopérateurs poursuivent désormais le désamiantage et procèdent à la découpe et au retrait de la cuve (parcourue par 216 canaux qui contenaient les combustibles, soit près de 15 kilomètres de tuyauteries). Le chantier continuera de monter en puissance ces prochaines années. Jusqu'à 150 personnes seront mobilisées au plus fort du démantèlement, dont EDF envisage l'achèvement dans les années 2040.



La centrale nucléaire de Brennilis est en cours de déconstruction.

- Réacteur
- Usine
- Laboratoire et réacteur de recherche

4

USINE GEORGES BESSE (EURODIF), TRICASTIN
Usine d'enrichissement d'uranium
Exploitant : Orano
Mise en service : 1978
Arrêt définitif : 2012



Démantèlement des cheminées d'Eurodif.

Couvrant une surface totale de 190 000 m², l'usine Georges Besse, sur le site Orano du Tricastin dans la Drôme, est l'un des plus vastes chantiers de démantèlement en France. Cette usine d'enrichissement de l'uranium naturel a alimenté plus de 100 réacteurs dans le monde.

La déconstruction des deux tours aéroréfrigérantes, hautes de 123 mètres, marque une étape

3

UP2-400 LA HAGUE
Usine de recyclage du combustible usé
Exploitant : Orano
Mise en service : de 1964 à 1974
Arrêt définitif : 2004

Première usine de retraitement des combustibles nucléaires usés, elle est constituée de quatre installations situées sur le site Orano de La Hague, dans le département de la Manche. Pas moins de 800 agents travaillent au démantèlement des 2 600 alvéoles de l'usine, dont 800 hautement radioactives. En amont du démantèlement, Orano doit reprendre et conditionner les déchets radioactifs entreposés provisoirement dans des silos et des cuves. Il s'agit de boues radioactives, de liquides issus des produits de fission, ou encore de morceaux de gaines des combustibles. Une fois ces déchets évacués vers leurs filières de gestion, les installations devront être rincées afin d'éliminer les résidus radioactifs. Ensuite seulement pourront démarrer l'assainissement et le démantèlement

des nombreux locaux et équipements : cellules blindées, silos, cuves, tuyauteries, boîtes à gants⁽²⁾, piscines d'entreposage... dans lesquels étaient manipulées des substances hautement radioactives et chimiques. Ces opérations devraient durer jusqu'en 2040.



Opérations de démantèlement d'UP2-400.

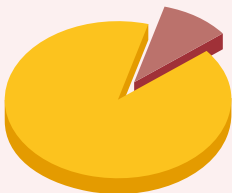
(2) Enceinte de confinement étanche équipée de gants intégrés.

Le devenir des déchets du démantèlement

Le démantèlement des installations nucléaires produit des déchets radioactifs, dont la plupart disposent déjà de solutions de gestion opérationnelles. Le point en quelques chiffres.

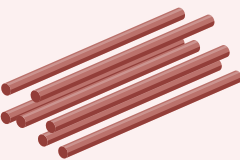
RÉACTEUR À EAU PRESSURISÉE (REP)

Entre 90 et 95 % du volume des déchets produits par le démantèlement d'un REP du parc français actuel sont des déchets conventionnels.



Les 5 à 10 % restants sont classés comme des déchets radioactifs. Ils sont conditionnés et caractérisés par les exploitants afin d'être envoyés dans les centres de stockage de l'Andra.

Plus de 99 % du volume des déchets radioactifs issus du démantèlement sont des déchets de très faible activité (TFA) et de faible et moyenne activité principalement à vie courte (FMA-VC) : environ trois quarts de TFA et un quart de FMA-VC. Ils sont constitués principalement de matériaux de démolition (béton, gravats, ferrailles, tuyauteries, etc.), d'outils et de tenues de travail (gants, vêtements en vinyle, etc.), ainsi que de quelques éléments d'équipements (parois de boîtes à gants, pièces métalliques), ou de liquides de rinçage. Ces déchets disposent déjà de solutions de stockage.



Moins de 1 % du volume restant correspond à des déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL) (essentiellement des éléments métalliques situés au cœur du réacteur et devenus radioactifs).

(Source : EDF)

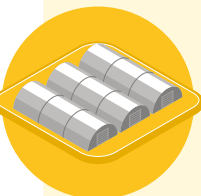
Le démantèlement d'un réacteur nucléaire ne génère pas directement de déchets de haute activité (HA). Ceux-ci proviennent du retraitement des combustibles usés, évacués avant le début des opérations de démantèlement. Les déchets HA seront, à terme, stockés dans Cigéo.

RÉACTEUR À L'URANIUM NATUREL GRAPHITE GAZ (UNGG)

Pour les réacteurs de première génération UNGG, la nature et la répartition des déchets radioactifs issus du démantèlement diffèrent de celles des REP : environ 94 % de déchets TFA et FMA-VC, 6 % de déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) et 0,1 % de déchets MA-VL.

(Source : EDF)

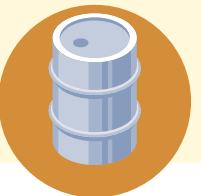
OÙ VONT LES DÉCHETS RADIOACTIFS ISSUS DU DÉMANTÈLEMENT ?



TFA : stockage de surface au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de l'Andra dans l'Aube (Cires)



FMA-VC : stockage de surface au Centre de stockage de l'Andra dans l'Aube (CSA)

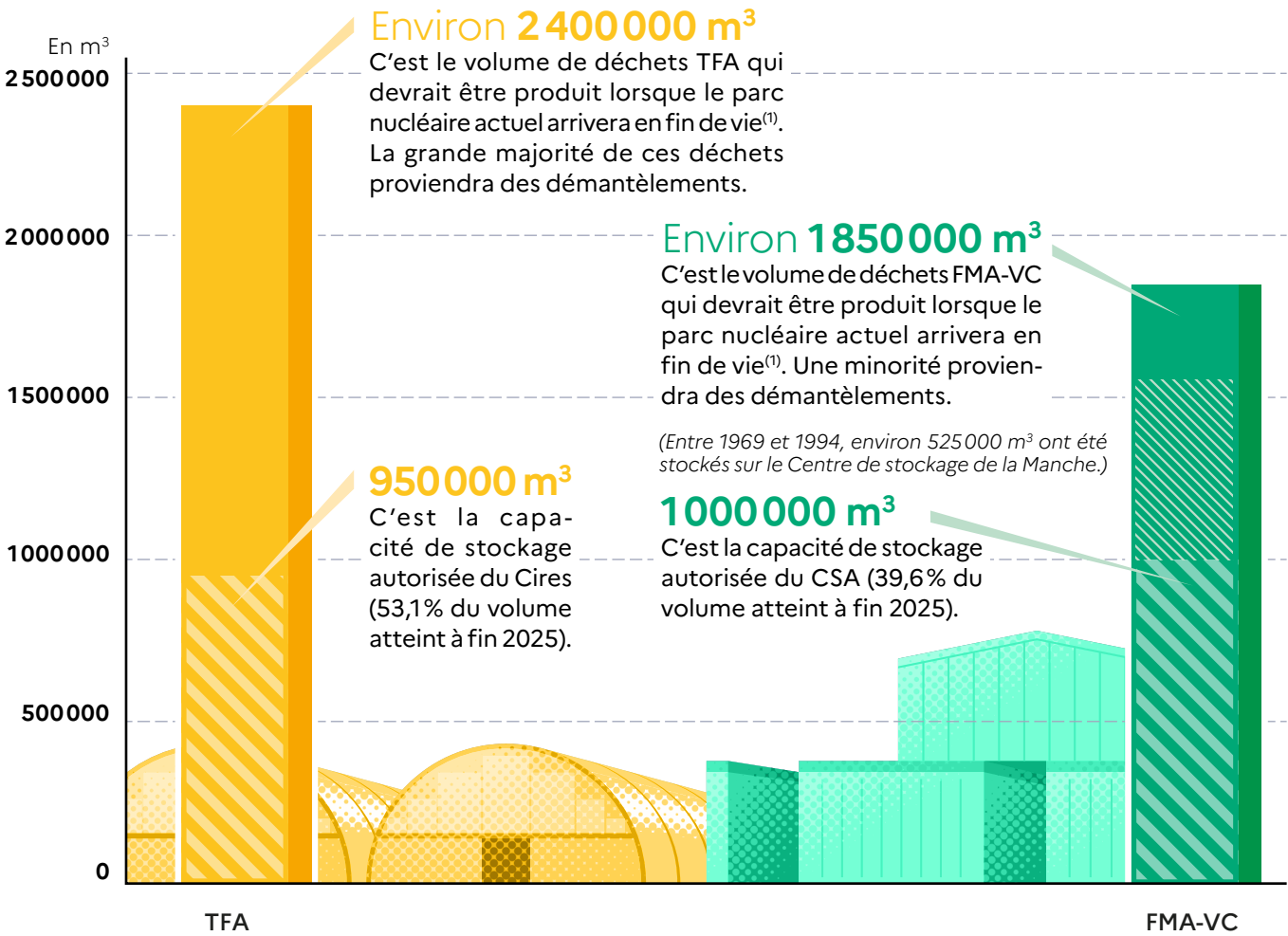


FA-VL : solutions de gestion à l'étude



MA-VL : stockage géologique profond, Cigéo (demande d'autorisation de création en cours d'instruction)

VOLUMES À GÉRER À TERME ET CAPACITÉS ACTUELLES DE STOCKAGE



Les déchets seront produits progressivement au cours des prochaines décennies. Pour anticiper leur prise en charge, l'Andra et les producteurs de déchets étudient les options de gestion possibles (voir page 23).

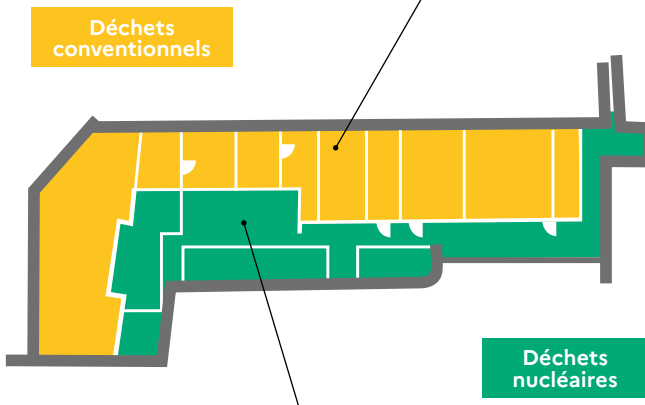
(1) Selon l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs publié par l'Andra.

Capacité de stockage autorisée du Cires
Capacité de stockage autorisée du CSA

LE ZONAGE DES DÉCHETS DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

En France, les exploitants d'installations nucléaires distinguent les zones à déchets conventionnels et les zones à production possible de déchets nucléaires. Tous les déchets issus de ces dernières sont orientés vers les filières de gestion des déchets radioactifs, même lorsqu'aucune radioactivité n'est détectée. Contrairement à certains pays, la réglementation française ne prévoit pas de seuil de libération permettant de reclasser ces déchets comme conventionnels sous un certain niveau de radioactivité, avant de les orienter vers le recyclage ou des installations de stockage prévues à cet effet. Ce principe garantit une traçabilité des déchets issus des installations nucléaires. Il explique en partie les volumes relativement importants de déchets TFA issus des opérations de démantèlement.

Zone où les déchets ne peuvent pas devenir radioactifs ni être contaminés par des substances radioactives



Zone à production possible de déchets nucléaires

Fessenheim : anatomie d'un démantèlement

Implantée dans la région Grand Est, la centrale nucléaire de Fessenheim a été définitivement arrêtée en 2020, après quarante-trois années d'exploitation. Le 3 mai 2026, le Gouvernement a publié le décret de démantèlement de la centrale, ouvrant la voie aux opérations de démantèlement. Démontage des équipements, assainissement des structures, gestion des déchets. Comment s'organise l'un des plus vastes chantiers de démantèlement nucléaire français ?

De l'extérieur, difficile d'imaginer que la centrale de Fessenheim a cessé de produire de l'électricité il y a six ans. Bordant le Grand Canal d'Alsace, à quelques kilomètres de la frontière allemande, les deux réacteurs offrent encore aux visiteurs non avertis la silhouette familière d'une centrale en fonctionnement. Pourtant, derrière ses murs, le site a déjà changé de vie : les équipes d'EDF sont à pied d'œuvre pour la démanteler.

Se préparer au démantèlement

Dès l'arrêt définitif de la centrale, les premières opérations sont engagées pour préparer le démantèlement : le combustible nucléaire est entièrement évacué, ainsi que les produits dangereux nécessaires à l'exploitation des réacteurs. Les circuits primaires sont décontaminés, limitant ainsi l'exposition des travailleurs.

Entre 2020 et 2025, le site a conduit un ensemble d'aménagements indispensables pour sécuriser les futures opérations et entrer en phase de démantèlement. À titre d'exemple, le pont de manutention de la salle des machines, autrefois dimensionné pour soulever ponctuellement de très lourdes charges, a été adapté pour manutentionner plus fréquemment des charges plus légères, comme des colis de déchets radioactifs.

La gestion des déchets radioactifs constitue justement l'un des enjeux du chantier. Une zone dédiée a ainsi été aménagée dans l'ancienne salle des machines afin de les regrouper, de les conditionner et de les entreposer provisoirement avant leur expédition vers les centres de stockage de l'Andra.

Démanteler, une succession d'opérations uniques

Une fois le décret de démantèlement publié, le chantier à proprement parler a pu commencer. Il suivra les phases suivantes :

- Le démantèlement des équipements électromécaniques : générateurs de vapeur, tuyauterie, cuve du réacteur, etc. Ils sont démontés, découpés et conditionnés pour être ensuite entreposés sur le site avant leur transport vers les centres de stockage de l'Andra.
- La caractérisation radiologique et chimique des surfaces avant l'assainissement des bâtiments



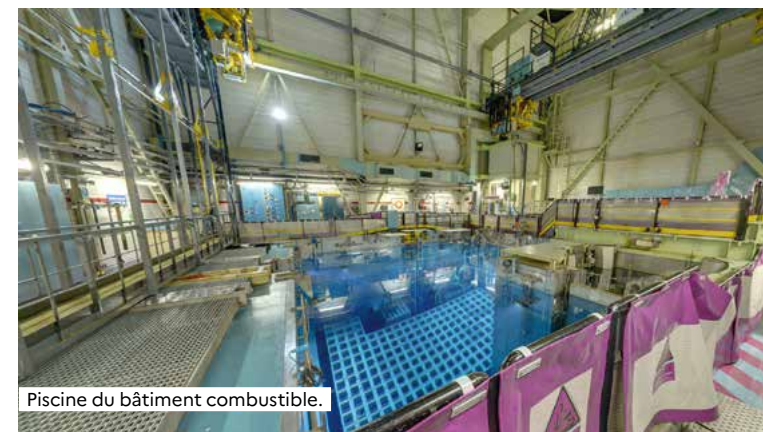
Vue aérienne de la centrale nucléaire de Fessenheim, au bord du Grand Canal d'Alsace.

LE DÉFI D'UN DÉMANTÈLEMENT, C'EST D'ORCHESTRER UNE SUCCESSION D'OPÉRATIONS UNIQUES. NOUS DEVONS LITTÉRALEMENT METTRE UNE INSTALLATION NUCLÉAIRE EN COLIS DE DÉCHETS. »

Pierre-Jean Barret,
directeur de la centrale de Fessenheim

nucléaires : les particules susceptibles d'être présentes sont décollées des parois et filtrées en vue de leur prise en charge selon les filières de gestion de déchets adaptées.

- Le déclassement de chacun des bâtiments nucléaires fait l'objet d'une approbation par l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR).
- La démolition des anciens bâtiments nucléaires est réalisée après leur déclassement, tout comme les bâtiments conventionnels lorsqu'ils ne sont plus utiles au démantèlement. Les opérations se terminent par le comblement des cavités et la réhabilitation des sols.



Piscine du bâtiment combustible.

Le démantèlement de Fessenheim générera 405 000 tonnes de matériaux et de déchets, dont 95 % conventionnels. Il s'agit pour l'essentiel de bétons qui seront réutilisés sur le site comme remblais. Les 5 % restants sont des déchets radioactifs triés et orientés vers les filières de gestion adaptées, selon leur catégorie : plus de 3 % de déchets de très faible activité sont destinés au Centre industriel de regroupement d'entreposage et de stockage (Cires) et environ 2 % de déchets de faible et moyenne activité à vie courte iront au Centre de stockage de l'Aube. Les 0,1 % de déchets de moyenne activité à vie longue seront entreposés provisoirement sur ICEDA, l'installation

centralisée d'EDF située sur le site de la centrale du Bugey (Ain), dans l'attente de la mise en service de Cigéo.

Aujourd'hui, les opérations de démantèlement ont déjà débuté dans le bâtiment du réacteur numéro 1, mais il faudra attendre une vingtaine d'années avant que le démantèlement complet de l'installation se termine. C'est la décision de déclassement de l'ASNR pour l'ensemble du site qui retirera la centrale de Fessenheim de la liste des installations nucléaires de base. Un réel défi pour les équipes de la centrale et son directeur, Pierre-Jean Barret, qui mesure ainsi l'enjeu : « Le défi majeur d'un démantèlement, c'est



L'intérieur du réacteur n° 1, en cours de démantèlement.

d'orchestrer une succession d'opérations uniques. Nous devons littéralement mettre une installation nucléaire en colis de déchets. »

Fessenheim sera ainsi la première centrale à réacteurs à eau pressurisée (REP), similaire au parc nucléaire français actuel, à être démantelée. Le site pourra accueillir d'autres activités industrielles. Un nouveau chapitre s'écrit alors...

LES GRANDS CHIFFRES DU DÉMANTÈLEMENT

350 A 400
PERSONNES EN MOYENNE
TRAVAILLENT SUR LE SITE PENDANT
LE DÉMANTÈLEMENT

405 000
TONNES DE MATÉRIAUX
ET DE DÉCHETS ISSUS
DU DÉMANTÈLEMENT, DONT
95% CONVENTIONNELS ET
5% RADIOACTIFS

6 000
TONNES DE MÉTAUX RECYCLÉS
DEPUIS LA MISE À L'ARRÊT, SOIT
L'ÉQUIVALENT DE LA TOUR EIFFEL

30 JUIN 2048 :
DÉLAI FIXÉ PAR DÉCRET POUR
ACHEVER LES OPÉRATIONS DE
DÉMANTÈLEMENT

UN PEU D'HISTOIRE

À la fin des années 1960 et sous l'impulsion du CEA et d'EDF, la décision de construire la centrale nucléaire de Fessenheim est validée par le général de Gaulle. Érigée dans les années 1970, la centrale entre en service en 1977. Son exploitation industrielle durera quarante-trois ans, produisant en moyenne chaque année l'équivalent de la consommation d'électricité de la région d'Alsace ! Ses deux réacteurs se sont respectivement arrêtés les 22 février et 29 juin 2020.

Terminus : les centres de stockage de l'Andra

Les déchets radioactifs issus du démantèlement sont gérés comme les déchets de fonctionnement des installations nucléaires. Selon leur catégorie, ils sont entreposés provisoirement sur leur site de production dans l'attente d'une solution définitive, ou pris en charge dans les centres de stockage lorsqu'une filière de gestion est opérationnelle. Gros plan sur les centres de l'Andra dans l'Aube.



Stockage d'un générateur de vapeur de la centrale de Chooz-A dans l'alvéole 13 au Cires.

Le Centre de stockage de l'Aube (CSA) est entré en service en janvier 1992 pour prendre le relais du Centre de stockage de la Manche et accueillir les déchets de faible et moyenne activité, principalement à vie courte. Il prend en charge essentiellement de petits équipements contaminés lors du fonctionnement, de la maintenance ou du démantèlement d'installations nucléaires : gants, vêtements, outils, conditionnés dans des colis (fûts métalliques, coques en béton, etc.), garantissant le confinement de la radioactivité. Le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) a démarré ses activités en août 2003. « Il a été conçu pour répondre à une spécificité française : l'absence de seuil de libération pour les déchets très

faiblement radioactifs (TFA) », explique Franck Duret, chef des centres industriels de l'Andra dans l'Aube, qui en a supervisé la construction. En France, la réglementation considère en effet comme radioactifs tous les déchets issus d'une zone à production possible de déchets nucléaires (voir schéma page 19).

Un site qui a su s'adapter

Le Cires a reçu, dès son ouverture, un volume important de déchets TFA, jusque-là entreposés chez les producteurs. Outre les big bags de terres et de gravats et les fûts métalliques remplis de ferrailles, les alvéoles de stockage du Cires ont accueilli des colis parfois un peu particuliers, comme les générateurs de vapeur de la centrale de Chooz-A : des déchets « hors normes » de 14 mètres de long et de 110 tonnes. « Il a fallu s'adapter, attendre que le stockage ait atteint le niveau du sol pour couler une dalle de béton armé sur les couches de colis capable de supporter une telle charge », témoigne Franck Duret. Cette expérience a conduit l'Andra à concevoir et à mettre en service en 2017 une alvéole dédiée aux colis de grande dimension, qui dispose d'une plateforme d'accès adaptée et d'un pont roulant capable de manutentionner des charges de 130 tonnes.

ACACI : L'AUGMENTATION DE LA CAPACITÉ DE STOCKAGE DU CIRES

Le 12 juillet 2024, l'Andra a obtenu, par arrêté préfectoral, l'autorisation de son projet d'augmentation de la capacité de stockage autorisée du Cires (Acaci), sans faire évoluer la surface de la zone de stockage initiale. En optimisant la conception des alvéoles de stockage, la capacité du centre est passée de 650 000 m³ à 950 000 m³. Démarrés en janvier 2025, les travaux d'aménagement de la prochaine zone de stockage vont permettre de prolonger la durée d'exploitation du centre d'une quinzaine d'années.

Préparer les solutions de demain

Le démantèlement des installations nucléaires va progressivement accroître les volumes de déchets radioactifs à gérer, en particulier de très faible activité (TFA). Malgré l'augmentation de sa capacité de stockage, le Cires ne pourra pas accueillir à lui seul l'ensemble de ces déchets. Une situation anticipée depuis longtemps par l'Andra. C'est pourquoi l'Agence et les producteurs de déchets étudient les options de gestion possibles pour répondre aux besoins des décennies à venir.

Conformément au Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR), l'Andra a mis à jour son schéma industriel de gestion des déchets TFA en apportant une vision éclairée des volumes et des flux à venir, ainsi qu'en identifiant les options de gestion envisageables. « Nous avons effectué cette révision en lien avec les producteurs de déchets », explique Virginie Wasselin, cheffe du service Stratégie filières de l'Andra.

Assurer la continuité du stockage des déchets TFA au-delà du Cires

Le schéma révisé dresse l'état des lieux de la gestion des déchets TFA. Le principal mode de gestion est aujourd'hui le stockage centralisé au Cires. En augmentant la capacité de stockage de ce dernier, le projet Acaci lui permettra d'accueillir des déchets TFA jusqu'en 2045. « Mais il faut prévoir des solutions pour la suite et les mettre en œuvre suffisamment rapidement pour assurer la continuité de service », souligne Virginie Wasselin.

Plusieurs pistes sont à l'étude :

- réaliser une extension du stockage actuel,
 - associer un deuxième site de stockage de déchets TFA au centre étudié pour le stockage à faible profondeur de déchets FA-VL, sur le territoire de la Communauté de communes de Vendeuvre-Soulaines.
- « Ces solutions présentent de nombreux avantages, poursuit

Virginie Wasselin. Nous avons initialement envisagé la création de sites décentralisés situés à proximité des installations à démanteler ou en cours de démantèlement, mais les délais nécessaires à leur création ne permettraient pas d'assurer la continuité du service lorsque le Cires arrivera en fin d'exploitation. »

Réduire le volume de déchets

L'augmentation des capacités de stockage n'est pas le seul levier envisagé. L'objectif est aussi de réduire les volumes de déchets destinés au stockage lorsque cela est possible et autorisé par

la réglementation. Depuis 2022, des dérogations au Code de la santé publique permettent, sous certaines conditions, de valoriser les déchets métalliques faiblement radioactifs. EDF prévoit ainsi de construire, à côté de Fessenheim, un Technocentre destiné à recycler 25 000 tonnes de métaux par an et qui pourrait entrer en service dès 2031. D'autres pistes portent sur le recyclage du plomb ou encore le réemploi de gravats inertes... « Toutes les options n'ont pas le même degré de maturité et devront certainement être combinées », conclut l'experte.



Vue aérienne du Cires.

____PORTRAIT____

Rémy Thirion, un ingénieur sur tous les fronts de Cigéo

Ingénieur ouvrages de surface, Rémy Thirion prépare les réseaux indispensables à Cigéo. En parallèle, il guide les visiteurs dans les galeries du Laboratoire souterrain. Deux facettes d'un même métier, entre ingénierie et transmission.

Rémy Thirion a croisé la route de l'Andra à deux reprises, à plus de vingt ans d'intervalle. Une première fois, lors d'une sortie scolaire : « Je suis originaire des Vosges et avec mon collège nous avons visité une exposition organisée par l'Agence. » La seconde, lorsqu'il a rejoint l'Andra, il y a un an, comme ingénieur ouvrages de surface sur le projet Cigéo. Le titre du poste peut surprendre : que fait un ingénieur ouvrages de surface sur un projet de stockage situé à 500 mètres sous terre ? « L'aspect souterrain est le plus connu du projet, mais il faut aussi concevoir tous les ouvrages en surface : les bâtiments, les réseaux... » explique Rémy.

De la fibre optique au nucléaire

Rémy pilote les études préalables à la réalisation des réseaux de Cigéo : voirie, électricité, eau, informatique... « Je travaille sur cette mission avec un collègue qui compte quarante ans d'expérience. L'Andra a mis en place un système de parrainage entre nouveaux embauchés et salariés expérimentés, et je m'appuie beaucoup sur son expertise. » Ce tutorat est d'autant plus précieux que le domaine du nucléaire lui était totalement inconnu. « Avant de rejoindre l'Andra, j'ai travaillé neuf ans comme responsable d'études à l'international chez un acteur vosgien majeur de la fibre optique. J'ai beaucoup voyagé, c'était passionnant, mais j'avais le sentiment d'avoir fait le tour. L'un des atouts du métier d'ingénieur est de pouvoir changer de secteur et découvrir, à chaque fois, de nouveaux enjeux, de nouvelles règles et de nouvelles techniques. »



J'aime l'idée de laisser une trace, que l'on puisse voir les ouvrages auxquels j'ai contribué. »

En surface et en profondeur

Outre la satisfaction de relever de nouveaux défis, Rémy a le plaisir de participer à un projet pensé pour les générations futures. « C'est une vraie source de motivation, confie-t-il. Laisser une trace compte pour moi. C'est d'ailleurs ce qui m'a conduit à choisir une formation d'ingénieur en travaux publics au Conservatoire national des arts et métiers : je voulais participer à la réalisation d'ouvrages que l'on puisse voir et visiter. » Son implication ne s'arrête pas à son activité d'ingénieur : Rémy s'est porté volontaire pour devenir guide et accompagne régulièrement les visiteurs dans les galeries du Laboratoire souterrain, où sont menées les recherches et les expérimentations liées à Cigéo. « Je trouve important d'expliquer et de transmettre pour donner à comprendre l'enjeu du projet et montrer ses coulisses. »

Traverser les siècles pour se faire comprendre : rencontre avec Arne Berckmans

Géologue de formation, Arne Berckmans est responsable du développement et de l'évaluation expérimentale d'un concept de marqueur de mémoire à l'Ondraf⁽¹⁾, en Belgique. Entretien.



En quoi consiste votre projet ?

— Comme l'Andra, l'Ondraf a pour mission de protéger les populations et l'environnement contre les effets nocifs des rayonnements ionisants émis par les déchets radioactifs. Dans ce contexte, une question se pose : comment empêcher que, dans un avenir très lointain, des personnes ne pénètrent dans un site de stockage conçu précisément pour confiner ces déchets ? Imaginons que les institutions disparaissent, que les archives soient perdues et que de nouvelles populations ne partagent plus notre langue, notre culture ou nos connaissances. Le marqueur constitue alors le tout dernier maillon d'une chaîne de mesures destinées à décourager toute intrusion. À Dessel (province d'Anvers), l'Ondraf construira une installation de stockage en surface destinée aux déchets radioactifs de faible et moyenne activité à vie courte. Une fois fermée, elle prendra la forme

de deux tumuli artificiels d'une vingtaine de mètres de hauteur, offrant un terrain concret pour concevoir et étudier un marqueur de mémoire.

Il est illusoire de transmettre un message complexe avec exactitude. Nous cherchons donc à susciter une réaction émotionnelle de prudence. »

Sur quels principes peut-on s'appuyer pour cela ?

— Les recherches montrent qu'il est illusoire de transmettre un message complexe avec exactitude. Nous cherchons donc à susciter une réaction instinctive de prudence grâce à des symboles capables de « parler » d'eux-mêmes.

Parlez-nous du film immersif que vous avez testé auprès du grand public.

— À notre connaissance, c'est la première fois qu'un concept de marqueur fait l'objet d'une évaluation expérimentale auprès du grand public. Le visiteur découvre progressivement le tumulus et un tunnel artificiel. Les parois extérieures racontent une histoire qui l'invite à s'éloigner du site. L'entrée est marquée par un symbole inspiré du pictogramme « biohazard »⁽²⁾. À l'intérieur, des silhouettes humaines couchées évoquent les conséquences d'une intrusion.

En mai dernier, plus de 2500 visiteurs ont visionné ce film lors d'un grand festival scientifique en Belgique⁽³⁾. Parmi les quelque 1200 personnes interrogées, huit sur dix ont déclaré qu'elles renonceraient à perturber le site. Pour un premier test expérimental, ce résultat nous paraît particulièrement encourageant.

Ce marqueur sera-t-il construit un jour ?

— À ce stade, l'Ondraf n'envisage pas de construire ce marqueur. Il s'agit d'un premier concept expérimental ; d'autres, peut-être plus performants, pourront encore être développés. Aujourd'hui, c'est le centre de communication Tabloo, à Dessel, qui assure la transmission des connaissances auprès du grand public. Si un marqueur est un jour construit, ce sera dans un avenir très lointain. Pour l'instant, la priorité reste la recherche expérimentale afin d'identifier les concepts les plus efficaces.

(1) Organisme national belge de gestion des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies
(2) Trois lobes courbes entrelacés autour d'un cercle central, universellement associés au danger biologique.
(3) Comment avertir les générations futures ? | Festival scientifique Nerdland.

DÉFINITION

Le glossaire officiel du projet RK&M (Records, Knowledge and Memory) de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE définit un marqueur comme un objet durable, immobile, signalant un danger et conçu pour être reconnaissable.





Cigéo : le territoire passé au laser

Début avril, un hélicoptère a survolé le Centre de Meuse/Haute-Marne. À son bord, un système LiDAR chargé de scanner le terrain avec précision. Objectif : établir un référentiel topographique 3D commun pour préparer les prochaines étapes du projet Cigéo.

L'hélicoptère a survolé le site de l'Andra à de nombreuses reprises.



Le référentiel topographique 3D est réalisé depuis un hélicoptère pour balayer une large superficie.

Objectif de l'opération : réaliser un relevé topographique complet et homogène du territoire concerné par Cigéo. « Il s'agit de définir un état zéro de la topographie », explique Sylvain Guilloteau, ingénieur à l'Andra, à l'origine de la démarche. Jusqu'à présent, les campagnes de mesures ont été menées à différentes périodes et par des prestataires distincts. Les données peuvent donc présenter des écarts et niveaux de précision variables.

« Le bon moment pour refaire l'état des lieux »

L'enjeu est donc d'homogénéiser l'ensemble des informations. « C'est le bon moment pour refaire un état des lieux complet », souligne-t-il. L'ambition est claire : disposer d'un référentiel 3D unique, fiable et cohérent sur toute la zone d'emprise du projet. Cet outil servira de socle aux études à venir, notamment pour la conception des installations de surface et les futurs travaux de terrassement. Ces données seront également mises à disposition du maître d'œuvre afin que tous les acteurs du projet travaillent à partir des mêmes informations. Elles alimenteront aussi les outils numériques de Cigéo, notamment le jumeau numérique du territoire, une représentation virtuelle permettant de visualiser et de suivre son évolution dans le temps.

Des premiers résultats concluants

Des compléments pourront être réalisés sur le terrain

pour préciser certains points, comme les fils d'eau ou les émergences de réseaux enterrés. Mais les premières analyses confirment la qualité des données recueillies. Avant de construire, il faut connaître précisément le terrain. Grâce au LiDAR, Cigéo dispose désormais d'une photographie 3D commune, précise et partagée. ●

LE LIDAR, QU'EST-CE QUE C'EST ?

Le LiDAR est une technologie de télédétection qui utilise des impulsions laser pour mesurer précisément la distance entre un capteur et une cible. Depuis un aéronef, des impulsions lumineuses sont envoyées vers le sol puis analysées après réflexion. Elles permettent de reconstituer une cartographie 3D très précise. Son avantage : couvrir rapidement de grandes surfaces, y compris les zones boisées.

MREA : mieux protéger le chemisage des alvéoles HA

Dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de création de Cigéo, l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) a demandé à l'Andra de préciser son programme de recherche sur le matériau de remplissage de l'espace annulaire (MREA) des alvéoles de stockage de colis de déchets haute activité (HA). Au Laboratoire souterrain, une nouvelle formulation et une chaîne de mise en œuvre industrialisable sont testées.

Invisible une fois l'alvéole fermée, le matériau de remplissage de l'espace annulaire (MREA) remplit pourtant une fonction importante. Injecté entre la roche et le chemisage en acier des alvéoles HA, ce matériau cimentaire crée autour de l'acier un environnement favorable afin de limiter sa corrosion pendant l'exploitation.

Le sujet apparaît dès 2014, lors d'essais dédiés à la corrosion. « Nous avons observé que l'environnement, au contact du chemisage, pouvait devenir temporairement acide, avec un pH de l'ordre de 4 à 4,5 », explique Xavier Bourbon, ingénieur matériaux cimentaires à

l'Andra. Le chemisage risquait alors une corrosion trop rapide pour remplir ses fonctions aussi longtemps que prévu. Une première formulation est développée en quelques mois pour neutraliser ce transitoire acide, puis mise en œuvre dès 2015 dans des démonstrateurs d'alvéoles HA.

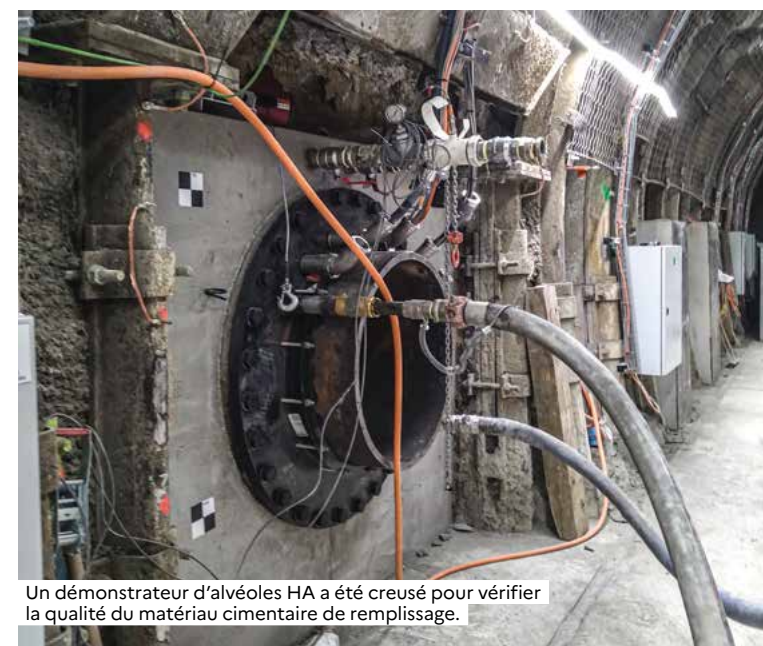
Une réponse à la demande de l'ASNR

Depuis, plusieurs formulations ont été définies pour répondre aux exigences de fonctionnement. Une deuxième version, plus alcaline, est utilisée à partir de 2022 pour créer autour de l'acier des conditions limitant sa corrosion et valider



Le matériau de remplissage de l'espace annulaire (MREA) se présente sous forme d'un ciment injectable.

l'injection sur de grandes longueurs. Les essais ont toutefois montré qu'il fallait aller plus loin pour limiter davantage la corrosion du chemisage en acier. Cette démarche répond à la demande de l'ASNR qui identifiait la corrosion des aciers du quartier HA comme un point technique à approfondir, et demandait des éléments sur le programme de recherche relatif au MREA. L'Andra a donc engagé une troisième formulation, élaborée entre 2024 et 2025 avec l'appui de laboratoires et d'industriels. Installé au printemps 2026, un démonstrateur d'alvéoles HA, long de 80 mètres, a permis de valider la formulation utilisée, en conformité avec les exigences de l'ASNR. ●



Un démonstrateur d'alvéoles HA a été creusé pour vérifier la qualité du matériau cimentaire de remplissage.

UNE CHAÎNE D'INJECTION AUTOMATISÉE

L'essai a également permis de tester une chaîne d'injection automatisée : préparation du mélange, malaxage, pompage et enchaînement des différentes opérations. Objectif : se rapprocher des conditions d'une mise en œuvre industrielle dans Cigéo, tout en réduisant les interventions manuelles.

La Chine en route vers le stockage géologique profond

La Chine achevait en décembre 2025 le forage de la rampe d'accès de son futur laboratoire de recherche souterrain. Une étape vers la mise en œuvre d'une solution de stockage géologique profond pour ses déchets de haute activité, envisagée à l'horizon 2050.

Avec 60 réacteurs nucléaires opérationnels et 37 en construction⁽¹⁾, la Chine figure parmi les leaders mondiaux du secteur électronucléaire. Comme en France, les producteurs (centrales, laboratoires de recherche, hôpitaux, etc.) sont responsables des déchets radioactifs qu'ils produisent. Une partie de ces déchets est entreposée temporairement dans l'attente d'une solution de gestion adaptée. Au 31 décembre 2023, on dénombrait plus d'une centaine de sites de traitement et d'entreposage, dont 78 chez les exploitants électronucléaires et 11 pour les réacteurs de recherche.

Stockage en surface

Pour ses déchets de faible activité, la Chine a opté pour des stockages en surface ou à faible profondeur, jusqu'à une trentaine de mètres sous le niveau du sol. Elle dispose de quatre installations en exploitation : le Northwest Disposal Facility, ouvert en 2011 et autorisé en 2023 à augmenter sa capacité d'accueil de 90 000 m³; le site national de Longhe, d'une capacité de 1 million de m³ et opérationnel depuis novembre 2022; et les centres de Beilong et Feifangshan. En 2023, ces quatre centres accueilleraient un volume total d'environ 85 000 m³ de déchets radioactifs de faible activité. Ces déchets sont conditionnés dans des colis disposés dans des ouvrages en béton. Les espaces entre les colis sont comblés par du mortier, puis l'ensemble est recouvert



Une galerie du futur laboratoire de Beishan.

d'une couche composite dont l'épaisseur varie de 2 à 5 mètres selon les sites. Pour les déchets de moyenne activité, des solutions de stockage sont toujours à l'étude.

Vers le stockage géologique

La Chine avance également vers le stockage géologique profond des déchets de haute activité. Le 26 décembre 2025, le BRIUG⁽²⁾ annonçait la fin du forage de la rampe d'accès du futur laboratoire de Beishan, creusé à 560 mètres de profondeur dans une formation de roches cristallines du désert de Gobi. Ce laboratoire étudiera les caractéristiques géologiques et hydrogéochimiques du site et un concept de stockage associant la roche à d'autres barrières de confinement des déchets radioactifs. ●

(1) Les chiffres évoluent rapidement, ils sont régulièrement mis à jour ici : url.me/RUb3G8
(2) Beijing Research Institute of Uranium Geology (BRIUG).

CLASSER LES DÉCHETS POUR MIEUX LES GÉRER

Conformément aux recommandations de l'AIEA⁽¹⁾, la Chine catégorise les déchets radioactifs en fonction de leur niveau d'activité et de leur durée de vie. Elle identifie ainsi :

- les déchets à vie très courte, tels que certains déchets médicaux, dont la décroissance rapide permet une gestion sur place avant leur libération comme déchets conventionnels;
- les déchets de très faible activité, qui peuvent également être libérés lorsque leur activité a suffisamment décru après quelques années d'entreposage ;
- les déchets de faible activité ;
- les déchets de moyenne activité et les déchets de haute activité.

(1) Agence internationale de l'énergie atomique.



Gilles Pijaudier-Cabot, directeur exécutif d'E2S-UPPA (solutions pour l'énergie et pour l'environnement) à l'université de Pau et des Pays de l'Adour.

Y a-t-il des alternatives au stockage géologique ?

Créé dans le cadre du 5^e Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR), le Comité d'expertise et de dialogue sur les alternatives au stockage en couche géologique profonde⁽¹⁾ (CEDA) a rendu son rapport en mars 2026. Son président, Gilles Pijaudier-Cabot, nous en détaille les principales conclusions.

Le stockage géologique profond est la solution retenue aujourd'hui en France pour les déchets radioactifs de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL). Pourquoi réexaminer des alternatives ou des solutions complémentaires possibles ?

— Le premier devoir d'un scientifique est de douter et d'examiner les progrès de la connaissance. Le choix du stockage géologique profond ne nous empêche donc pas de travailler sur des alternatives, ne serait-ce que pour tenir compte des évolutions du parc nucléaire et des futurs déchets radioactifs qui seront générés.

Comment le CEDA définit-il une « alternative » et une « solution complémentaire » ?

— L'alternative induit que l'on choisisse entre stockage géologique profond et une autre solution qui offrirait un niveau de sécurité, une durée de protection et des contraintes éthiques et environnementales équivalents. Une solution complémentaire coexisterait quant à elle avec le stockage géologique profond.

Elle peut permettre de réduire les volumes de déchets, d'en modifier certaines caractéristiques ou encore d'améliorer le fonctionnement global du système de gestion.



Aucune alternative crédible ne permet actuellement de s'affranchir de Cigéo. »

Quelles sont les grandes conclusions de votre rapport ?

— Il montre que les trois grandes pistes que nous avons examinées ne sont pas des alternatives crédibles à ce jour. En premier lieu, la transmutation, qui permet de transformer certains radionucléides à vie longue en éléments plus stables ou à vie plus courte, ne traite pas les déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL) et les produits de fission⁽²⁾. Sa mise en œuvre à une échelle industrielle reste à

développer. L'entreposage de longue durée, qui consiste à conserver les déchets radioactifs dans des installations surveillées puis renouvelées après plusieurs siècles, est trop dépendant de la capacité des sociétés futures à assurer un tel suivi. Enfin, le stockage en forage profond de type pétrolier présente actuellement des freins technologiques et de sûreté et semble plus adapté à de petites quantités de déchets.

Comment ces conclusions peuvent-elles nourrir le 6^e PNGMDR ?

— Nous avons formulé plusieurs recommandations, comme poursuivre les recherches sur la transmutation et la séparation des matières et explorer le recyclage des déchets. À l'avenir, le CEDA continuera d'actualiser l'état des connaissances, d'associer les parties prenantes et de structurer le dialogue scientifique et sociétal.

(1) Le CEDA est composé de scientifiques issus de la Commission nationale d'évaluation des études et recherches sur les matières et déchets radioactifs (CNE2), de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR), du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), du CNRS, d'EDF, de l'Andra (qui assure également le secrétariat technique du comité) et de parties prenantes (ONG notamment).
(2) Les produits de fission représentent la majeure partie des éléments radioactifs contenus dans les déchets HA.

#ON VOUS RÉPOND

L'Andra dispose-t-elle déjà de tous les terrains nécessaires pour construire Cigéo ?

Pour la première phase des travaux, l'Andra est bien aujourd'hui propriétaire de l'ensemble des terrains nécessaires, en surface comme en tréfonds⁽¹⁾. Ces emprises représentent 665 hectares en surface et 233 hectares en tréfonds, principalement au niveau de l'une des deux zones de surface de Cigéo (zone descendrière) et des premiers quartiers souterrains.

La grande majorité des acquisitions a été réalisée à l'amiable. L'expropriation n'a concerné que 2,1% des terrains en surface, mais une part plus importante des emprises en tréfonds (28%). L'ordonnance d'expropriation du 10 février 2025 a permis à l'Andra de devenir propriétaire des dernières parcelles nécessaires.

Pour autant, être propriétaire ne signifie pas pouvoir occuper immédiatement le bien. L'Andra ne peut prendre possession des parcelles expropriées qu'après le versement des indemnités ou, dans certaines situations, leur consignation. En cas de désaccord sur le montant de l'indemnité ou lorsque la situation d'un propriétaire n'est pas encore régularisée, une

procédure judiciaire peut être nécessaire avant la prise de possession.

Ainsi, en septembre 2026, l'Andra peut d'ores et déjà prendre possession de 99,7% des emprises de surface et de 83,8% des emprises de tréfonds. Les procédures concernant les emprises restantes suivent leur cours, avec une priorité donnée aux emprises de surface, nécessaires au démarrage des travaux.

(1) Volume de terrain situé sous la surface du sol et pouvant faire l'objet d'un droit de propriété distinct. Lorsque seule la partie souterraine d'une parcelle est nécessaire aux installations de Cigéo, l'Andra acquiert uniquement le tréfonds. Le propriétaire conserve la propriété et l'usage du terrain en surface.



Une partie des emprises nécessaires à Cigéo se situe autour du Centre de Meuse/Haute-Marne.

#ILS SONT VENUS NOUS VOIR



Bernard Fontana, président-directeur général d'EDF

« Je suis très impressionné par ma visite du Laboratoire souterrain, tant par le travail des équipes que par les jalons franchis. Je suis également bluffé par l'accumulation de connaissances, le niveau d'expertise et d'engagement des équipes. Cela nous donne confiance dans le fait qu'on traite le sujet des déchets pour les générations futures. »



Vous aussi vous souhaitez nous rendre visite ou échanger avec nos équipes ?
Contactez le service Communication au 03 29 75 53 73 ou par e-mail à visite.55.52@andra.fr

PHOTOMYSTÈRE



Que représente cette photo ?

Vous pouvez voir le collecteur d'un des capteurs de poussières disposé dans le Centre de Meuse/Haute-Marne de l'Andra (voir page 9).

Le Laboratoire souterrain se visite aussi depuis votre canapé !



Pour accéder à la visite
virtuelle :
<https://lc.cx/vYIMxk>

