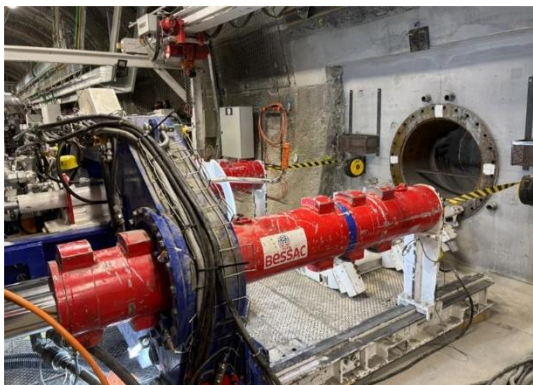


L'évaluation de la demande d'autorisation de création (DAC) de Cigéo



Les déchets nucléaires produits en France doivent être stockés de façon sûre et sur le long terme pour protéger la population et l'environnement des dangers qu'ils présentent. La solution retenue pour les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue est le stockage en couche géologique profonde. Celui-ci est étudié depuis plus de 20 ans dans le laboratoire souterrain de Bure (Meuse) sous la responsabilité de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). Devenue responsable en 2006 de la conception du projet de Centre industriel de stockage géologique (Cigéo), l'Andra a déposé en 2023 une demande d'autorisation de création (DAC) de cette installation. Soumise à un régime juridique spécifique, cette demande doit être évaluée par

différentes instances, dont l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, avant que l'autorisation de création puisse être délivrée par le Gouvernement.

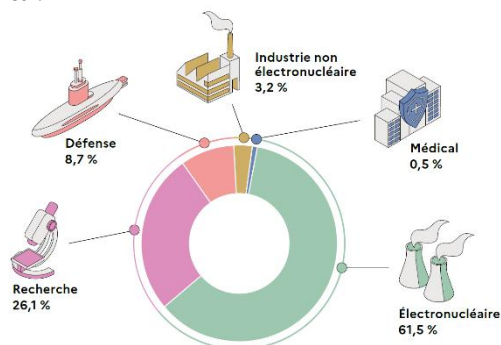
L'évaluation de l'Office ⁽¹⁾ porte sur la robustesse des options de conception, tant pour la phase d'exploitation, la plus critique, que pour la phase post-fermeture, pour laquelle la sûreté sera assurée de façon passive par les capacités de rétention de la couche argileuse à l'échelle des temps géologiques. L'Office formule sept recommandations, dont la demande d'une nouvelle évaluation parlementaire avant que l'autorisation de mise en service partielle soit éventuellement délivrée, à l'horizon 2050.

Maxime AMBLARD, député

Daniel SALMON, sénateur

Les déchets radioactifs produits en France

En France, les substances radioactives servent principalement à produire de l'énergie dans le secteur électronucléaire, mais elles sont aussi utilisées pour les besoins de la recherche, de la Défense ou dans le secteur médical.



Répartition des déchets radioactifs en France
source : Andra, Inventaire national, 2026

Ces activités nécessitent ou engendrent des éléments radioactifs tels que l'uranium, le plutonium, le thorium, le césium, l'iode, le technétium ou le cobalt.

La loi établit une distinction entre les **matières**, pour lesquelles « une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée », et les **déchets**, qui n'ont plus vocation à être valorisés. Les déchets radioactifs représentaient un volume de 1 890 000 m³ environ fin 2024.

■ Éléments fondamentaux

Les particules émises lors de la désintégration d'un radionucléide (électrons, noyaux d'hélium, neutrons, photons) causent des dommages aux structures matérielles qu'elles rencontrent, notamment les molécules constituant les organismes vivants. Le danger qui en résulte est associé à deux caractéristiques de chaque radionucléide :

- son activité, c'est-à-dire le nombre de désintégrations par seconde, rapporté à la masse de l'échantillon ;

(1) Assemblée nationale n° 2943 (17^{ème} législature) – Sénat n° 773 (2025-2026).

- sa demi-vie, c'est-à-dire le temps au bout duquel l'activité de l'échantillon diminue de moitié.

Pour les êtres vivants, le risque est mesuré par une grandeur physique appelée équivalent de dose, mesurée en Sieverts, qui est l'énergie reçue par unité de masse biologique, pondérée par un facteur de dangerosité dépendant du rayonnement considéré.

La combinaison des critères de demi-vie et d'activité fournit une typologie des substances radioactives, sur la base de laquelle sont organisées les différentes filières de gestion des déchets radioactifs.

▪ Les filières actuelles de gestion des déchets

La plupart des déchets disposent aujourd'hui de filières de gestion gérées par l'Andra. Les déchets de très faible activité sont stockés dans l'Aube au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires). Le Centre de stockage de l'Aube (CSA) stocke les déchets de faible et moyenne activité à vie courte.

Il n'y a pas encore de filière de gestion complète pour les déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL) et ceux de haute activité (HA). Ils ne constituent que 3 % du volume total des déchets mais concentrent 99 % de la radioactivité totale. Les MA-VL sont principalement des déchets activés des réacteurs et des déchets de structure des combustibles nucléaires. Les déchets extraits des combustibles usés forment la catégorie des HA et représentent à eux seuls 97,2 % de la radioactivité totale. Issus de l'usine de retraitement de l'entreprise Orano à La Hague, ils y sont entreposés après vitrification pendant plusieurs dizaines d'années pour que leur température diminue.

Le projet Cigéo a vocation à stocker les déchets HA et MA-VL en couche géologique profonde.

La maturation du projet Cigéo jusqu'en 2026

La demande d'autorisation de création (DAC) de Cigéo est l'aboutissement d'un long processus technique et démocratique. Quand les premières centrales furent construites, dans les années 1960, le sort des déchets qu'elles produiraient n'avait pas été étudié. Les réponses envisagées dans les années 1970 et 1980 ont peiné à convaincre.

L'intervention de l'Office, en 1990, et la loi du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs, qui mit en œuvre ses conclusions, ont construit un cadre solide pour la gestion durable des déchets radioactifs. Ce cadre maintenait ouvert un éventail de solutions et garantissait la transparence de l'information relative à une décision éventuelle d'enfouissement. Il a été complété par une loi du 28 juin 2006, qui doit elle aussi beaucoup aux travaux de l'Office, et par une loi du 25 juillet 2016.

▪ L'élimination progressive des alternatives

La loi de 1991 identifiait trois axes de recherche : la séparation / transmutation des éléments radioactifs à vie longue contenus dans les déchets ; l'entreposage de

longue durée des déchets en surface ou subsurface ; leur stockage en formation géologique profonde.

Les deux premières solutions sont désormais écartées. Les opérations de séparation / transmutation ne seront pas réalisables à l'échelle industrielle dans un proche avenir ni applicables aux déchets déjà produits. Une installation d'entreposage de longue durée réclame une surveillance active et sa sûreté ne peut donc être démontrée que pour une durée limitée, car nul ne peut garantir la vigilance perpétuelle de la société.

▪ L'information de la population

Alors que les débuts de l'énergie nucléaire étaient marqués par une communication très verticale et limitée, le Parlement et la population générale ont obtenu peu à peu une information plus transparente, notamment en matière de déchets nucléaires.

La Commission nationale du débat public (CNDP) a organisé en 2005 un débat public sur les résultats des recherches menées dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991, puis, en 2013, un débat public sur le projet Cigéo. Elle a ensuite mis en place, à la demande de l'Andra, une « concertation continue » qui a débuté en 2018 et s'est conclue en mai 2026, au lancement de l'enquête publique sur la DAC. Depuis près de 20 ans, le Comité local d'information et de suivi du laboratoire de Bure assure un lien actif avec la population locale. De plus, un dialogue approfondi s'est noué entre le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN), qui a mis en place un groupe de suivi de Cigéo, et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (ANCCLI).

D'abord envisagée à l'automne 2026, l'enquête publique sur la DAC de Cigéo a été avancée au printemps 2026, sans que les motifs de cette décision aient été clairement exposés. Hormis deux webinaires ouverts à tout participant sur l'ensemble du territoire national, elle n'est conduite qu'à l'échelle locale, contrairement aux recommandations du HCTISN. Même si le code de l'environnement n'établit pas de lien entre cette enquête publique et l'évaluation parlementaire de Cigéo confiée à l'Office, compte tenu du calendrier, cette évaluation ne pourra pas porter la voix parlementaire dans le débat organisé par l'enquête publique ; elle pourra néanmoins alimenter utilement la réflexion du Gouvernement quand il devra fixer les conditions d'exploitation de Cigéo dans le décret autorisant la création de l'installation.

La robustesse des options de conception

La sûreté du centre de stockage devra être pleinement démontrée et garantie. L'Andra a remis à l'ASN une version préliminaire du rapport de sûreté pour évaluation dans le cadre de la DAC. L'Autorité a rendu un avis favorable à la poursuite du projet et a présenté cet avis à l'Office le 4 décembre 2025.

▪ La sûreté passive apportée par la roche argileuse

C'est le principe fondamental de Cigéo : après fermeture, la sûreté du site devra être assurée de manière passive, sans action humaine ni surveillance. Le site est implanté dans la roche argileuse du Callovo-Oxfordien

(COx), à 500 m de profondeur. Cette couche géologique d'une centaine de mètres d'épaisseur s'étend entre la Meuse et la Haute-Marne. Elle présente des caractéristiques favorables au stockage des déchets radioactifs, comme la capacité de l'argile à confiner les radionucléides et la structure auto-cicatrisante de la roche.

L'avis de l'ASNR retient cependant que « *l'instruction technique du dossier a permis de mettre en lumière plusieurs aspects du dossier devant être complétés ou développés dans cette perspective* », qui concernent notamment « *certaines caractéristiques hydrogéologiques des couches marneuses de la série grise, de l'Oxfordien calcaire et du COx* ».

▪ Le choix de la descenderie

Pour descendre au fond les colis de déchets, trois solutions s'offraient : soit un ascenseur en puits vertical, soit une descenderie oblique en spirale, soit une descenderie oblique rectiligne.

Selon l'Andra, la démonstration de sûreté a été plus aisée à mener à bien pour une descenderie oblique. Il s'agit en effet d'une application de la loi de la gravité : dans une descenderie oblique avec une pente de 12 %, il est à tout moment possible d'affaler le wagon sur les rails du funiculaire, ce qui exclut l'hypothèse où un colis s'écrase au fond. En 2009, le principe d'une descenderie oblique rectiligne a été retenu, les colis devant être placés dans des hottes confinantes, manutentionnées au moyen d'un funiculaire dont les moteurs seraient installés en surface. Si la descenderie n'était pas rectiligne mais en spirale, il faudrait recourir à un engin automoteur alimenté par du carburant inflammable ou par l'électricité, ce qui présenterait des risques du point de vue de la sécurité incendie.

▪ Les aspects économiques et financiers

Il en va de la pérennité de l'installation que les coûts d'utilisation soient supportables par ceux qui doivent les assumer, c'est-à-dire les producteurs de déchets nucléaires. De même, une telle infrastructure ne saurait se concevoir sans une prise en compte des collectivités et de la population des territoires concernés.

Le Gouvernement a arrêté le coût total de Cigéo à 37 milliards d'euros en 2026. Selon la Cour des comptes, ce montant correspond à environ 1 % du coût de production actuel de l'électricité nucléaire. Il convient néanmoins de surveiller son évolution, qui ne doit pas menacer l'équilibre financier des exploitants.

L'implantation de Cigéo aura des répercussions financières pour les collectivités concernées. Deux groupements d'intérêt public (GIP) les associant, l'un dans la Meuse et l'autre en Haute-Marne, sont dotés chacun de 30 millions d'euros. Ces fonds sont censés préparer l'arrivée de Cigéo par la construction d'infrastructures ou par la rénovation de l'habitat ou le développement d'habitations modulaires. Le développement de TPE et PME locales appelées à travailler sur le chantier est également encouragé.

L'Andra prévoit 2 000 emplois pendant la phase de construction, puis 600 emplois permanents pendant la

phase d'exploitation. La crainte subsiste toutefois qu'une grande partie du personnel habite dans les métropoles hors de la Meuse et de la Haute-Marne, en particulier à Nancy.

Les décisions qui restent à prendre

Les décisions sur le choix du site et la conception des installations sont désormais prises. Mais d'autres points ne sont pas encore tranchés.

▪ Un stockage progressif des déchets

Cigéo est conçu pour accueillir les déchets inscrits à un inventaire dit « de référence », qui comptabilise les déchets issus des installations nucléaires existant ou autorisées en 2016 et fonctionnant pendant une cinquantaine d'années. Il répertorie 10 000 mètres cubes de déchets HA et 73 000 mètres cubes de déchets MA-VL. Néanmoins, une éventuelle autorisation de l'installation Cigéo n'emportera pas autorisation de stocker d'emblée l'intégralité de l'inventaire de référence.

Un inventaire de réserve a été établi pour prendre en compte divers scénarios de politique énergétique. L'Andra conduit des études dites d'adaptabilité pour évaluer la faisabilité du stockage de déchets décrits dans l'inventaire de réserve. En tout état de cause, la poursuite par la France d'une production à grande échelle d'électricité nucléaire pour une durée significative posera la question d'un autre site d'enfouissement. En effet, la distance des galeries à la ventilation centrale est un paramètre limitant de leur extension.

▪ La mise en œuvre de la réversibilité

Le code de l'environnement définit la réversibilité d'un centre de stockage géologique comme « *la capacité, pour les générations successives, soit de poursuivre la construction puis l'exploitation des tranches successives d'un stockage, soit de réévaluer les choix définis antérieurement et de faire évoluer les solutions de gestion.* » La réversibilité repose sur la progressivité de la construction, l'adaptabilité de la conception, la flexibilité de l'exploitation et la capacité à récupérer des colis de déchets déjà stockés.

La DAC de Cigéo prévoit les modalités concrètes du principe de réversibilité. L'Andra devrait procéder au moins tous les cinq ans à une revue de mise en œuvre de la réversibilité, en cohérence avec les réexamens de sûreté de l'installation tous les dix ans.

Pour que la réversibilité soit possible en pratique, il faut notamment pouvoir récupérer les colis. À cette fin, les colis doivent être standardisés et inclure un espace de préhension permettant leur maniement. Par ailleurs, en raison de la pression exercée par la roche, les alvéoles doivent être suffisamment robustes pour garantir la récupérabilité pendant toute la durée d'exploitation, soit plus de 100 ans.

▪ La phase d'exploitation, phase critique du projet

Cigéo pose un double défi, puisqu'il s'agit à la fois d'une installation nucléaire de base (INB), où la présence de radioactivité impose ses contraintes, et d'une

installation souterraine, ce qui soulève des questions spécifiques sur le plan de la sûreté.

L'analyse de sûreté nucléaire réalisée par l'ASNR recense cinq points d'attention : les risques d'incendie pour les colis bitumés ; la corrosion des composants métalliques des alvéoles HA ; l'optimisation du stockage ; le risque de criticité, c'est-à-dire le déclenchement non contrôlé d'une réaction de fission nucléaire, pour les colis issus des combustibles usés ; les risques d'explosion dans les alvéoles MA-VL. Ainsi, il reste à apporter une démonstration de sûreté complète pour les 70 000 colis bitumés, dont la matrice est inflammable.

■ La phase postérieure à la fermeture

Le CLIS de Bure a fait réaliser par un scientifique indépendant une expertise de la DAC sur la phase postérieure à la fermeture. Son rapport estime que les scénarios présentés par l'Andra (évolution normale du

site et intrusions humaines involontaires) sont à la fois plausibles et exhaustifs. Il met toutefois en garde contre ce qu'il considère être des minoration de risques et des incohérences dans certaines projections. Selon lui, certaines options du dossier pourraient faire l'objet d'une relecture par la communauté scientifique internationale. Pour autant, l'auteur du rapport est convenu que son analyse n'a qu'une importance secondaire au regard des enjeux généraux de sûreté de la DAC.

*
* *

Le Parlement a joué un rôle moteur dans la construction de la politique de gestion des déchets HA et MA-VL. Son implication reste une condition politique essentielle de l'acceptation du projet Cigéo par la société française. L'Office devra continuer à évaluer le projet lorsque celui-ci connaîtra des points d'inflexion majeurs, comme l'engagement de la phase industrielle pilote.

Recommandations

1. Conduire un programme d'études visant à consolider l'inventaire en substances toxiques chimiques à considérer pour l'étude d'impact de Cigéo, conformément à l'avis de l'ASNR sur Cigéo.
2. Mener des recherches complémentaires concernant la couche d'argile, élément central du dispositif de sûreté de Cigéo, s'agissant notamment de certaines caractéristiques hydrogéologiques des couches marneuses de la série grise, de l'Oxfordien calcaire et du COx, conformément à l'avis de l'ASNR selon laquelle, sur ce point, « l'instruction technique du dossier a permis de mettre en lumière plusieurs aspects devant être complétés ou développés ».
3. Intégrer, lors de la prochaine mise à jour de la version préliminaire du rapport de sûreté, l'étude d'une situation d'abandon du stockage pendant son fonctionnement. En particulier, elle devra identifier les conséquences sur la sûreté de long terme d'une éventuelle fermeture préventive anticipée du stockage et en tirer des enseignements pour en limiter les effets.
4. Inscrire dans le décret d'autorisation des dispositions spécifiques pour assurer le traitement impératif avant la mise en service de cinq points de sûreté essentiels : risques d'incendie pour les colis bitumés ; la corrosion des composants métalliques de l'alvéole HA ; l'optimisation du stockage ; le risque de criticité, c'est-à-dire le déclenchement non contrôlé d'une réaction de fission nucléaire, pour les combustibles usés ; les risques d'explosion dans les alvéoles MA-VL.
5. Lors de l'instruction des évaluations futures du stockage, réévaluer les conservatismes à la lumière de la progression des connaissances et poursuivre les études en utilisant des méthodes de traitement multiparamétriques.
6. À l'horizon 2040, à la suite de la mise à jour du rapport de sûreté et à partir des observations menées dans l'installation elle-même, prévoir une évaluation de l'Office avant l'ouverture de la phase industrielle pilote pour apprécier les modalités de mise en œuvre concrète de la réversibilité, dans le respect de la sûreté des installations et du personnel qui y travaille.
7. Inclure dans le coût de référence de Cigéo une marge de précaution visant à prendre en compte des évolutions plausibles de certains coûts pour les phases de construction, d'exploitation, de surveillance et de fermeture du centre de stockage.

Pour consulter le rapport :

<https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/17/organes/delegations-comites-offices/opecst>

<https://www.senat.fr/opecst>

Compte X : @OPECST_