

# DÉBAT PUBLIC PLAN NATIONAL DE GESTION DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS DU 17 AVRIL AU 25 SEPTEMBRE 2019

5<sup>e</sup> édition  
2019 - 2021



Cahier d'acteur N°0 - Avril 2019



INSTITUT DE FRANCE  
Académie des sciences



ACADÉMIE  
DES TECHNOLOGIES  
POUR UN PROGRÈS RAISONNÉ, CHOISI ET PARTAGÉ

L'Académie des sciences et l'Académie des technologies sont des établissements publics placés sous la protection du Président de la République.

Elles conduisent des réflexions, formulent des propositions et émettent des avis sur les questions relatives aux sciences, aux technologies et à leurs interactions avec la société.

Leurs membres sont des scientifiques, professeurs, chercheurs, ingénieurs, sociologues, économistes reconnus pour leur excellence dans leur domaine de compétence.

Le présent cahier d'acteur traite - dans l'espace très restreint qui est alloué - des principales questions posées par le maître d'ouvrage.

Contact: Dominique Vignon  
Tél : +33 6 62 27 85 89  
dominique.vignon@academie-technologies.fr

<https://www.academie-sciences.fr/fr/>

<https://www.academie-technologies.fr/>

## POUR UNE GESTION RESPONSABLE ET RAISONNÉE DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS

Les lois de 1991 (cadrant les études et recherches sur le stockage géologique profond des déchets nucléaires à vie longue et instituant la commission nationale d'évaluation (CNE)), de 2006 (instituant la révision triennale du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR)) et de 2016 (précisant les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue (HA et MAVL)) constituent un ensemble cohérent. Il est envié par de nombreux pays étrangers.

Le débat public sur la cinquième édition du PNGMDR 2019-2021 doit s'inscrire dans ce cadre, et ne pas devenir un forum pour ou contre le nucléaire. Cependant le devenir des déchets produits et à produire du parc nucléaire actuel justifie un débat national.

Le déroulement de la quatrième édition du PNGMDR a apporté des confirmations mais aussi d'importants éléments nouveaux sur trois points essentiels :

1. Les avis de l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) et de l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire) sur le dossier d'options de sûreté du projet Cigeo situé dans l'argilite de Bure (Meuse - Haute Marne) confirment la qualité de cette roche pour le stockage géologique profond des déchets HA et MAVL. Elle avait été recommandée dès 1998 par la CNE après l'évaluation par l'Andra (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) d'autres roches sur d'autres sites. Le granite a été écarté après évaluation.  
L'ASN et l'IRSN ont relevé divers points à approfondir pour l'exploitation de Cigéo. La loi de 2016 a précisé le principe de la réversibilité ; mais sa mise en œuvre pratique reste à définir. Il convient en outre de prendre position sur les solutions d'entreposage intermédiaire de déchets HA et MAVL, un moment envisagées.
2. Il est indispensable de considérer le déploiement de réacteurs à neutrons rapides (RNR) pour fermer le cycle du combustible et assurer le recyclage du plutonium du combustible nucléaire usé tel qu'envisagé par la France.
3. Les premières opérations de démantèlement et la préparation des opérations à venir ont mis en évidence les incohérences et limites de la stratégie actuelle de stockage des déchets de très faible activité (TFA).

Les académies limitent leur contribution au PNGMDR à ces trois points, et ne traitent notamment pas du stockage dans Cigéo des déchets bitumineux dans l'attente des conclusions du groupe d'experts international saisi de ce sujet.

## VERS LA MISE EN SERVICE DE CIGÉO

L'argilite de la Meuse est une roche de couleur grise, massive et étanche. C'est une roche sédimentaire assez ancienne (160 millions d'années) dans une zone tectoniquement et sismiquement très calme. Les travaux menés à Bure ont montré l'absence totale de fissures ou fractures ouvertes, par lesquelles l'eau pourrait circuler. Elle est insensible aux effets de la sismicité et aux mouvements tectoniques. Le seul mécanisme de migration des espèces radioactives dans l'argilite est alors la diffusion, qui est extrêmement lente. Cette roche possède de plus des capacités très importantes de « rétention » par sorption des molécules radioactives sur les feuillets des minéraux argileux, réduisant encore plus leur vitesse de diffusion : la durée de rétention de la radioactivité dans la couche d'argilite se chiffre en centaines de milliers voire en millions d'années (en fonction de la nature des molécules), permettant à cette radioactivité de se réduire par décroissance naturelle à des valeurs insignifiantes. L'argilite est enfin suffisamment résistante pour permettre le creusement en toute sécurité des puits d'accès, des galeries principales et des alvéoles de stockage des colis. La faisabilité de la fermeture étanche de tous ces ouvrages a été testée *in situ* ; elle bénéficie à long terme de la plasticité de la roche, qui engendre la convergence lente des alvéoles et la fermeture de tout vide en profondeur. Toutes les manipulations possibles des conteneurs de déchets pour leur mise en place ou leur enlèvement pendant la période d'exploitation ont été testées dans les installations de surface.

L'ASN et l'IRSN considèrent que le projet Cigéo a atteint une maturité technique satisfaisante et que ses options de sûreté constituent une avancée significative. Cet avis est partagé par la CNE. La priorité du cinquième PNGMDR doit donc être pour l'Andra de répondre aux dernières demandes de l'ASN sur le dossier d'options de sûreté pour préparer la demande d'autorisation de création de l'installation, déposable mi-2020.

Dans ces conditions, les académies considèrent que les alternatives d'entreposage de longue durée des déchets HA et MAVL doivent être écartées. L'Andra a en effet montré que les conséquences radiologiques de Cigéo, même à très long terme, et même en prenant en compte les risques d'intrusion humaine, sont très inférieures à celles de la radioactivité naturelle. Les académies considèrent qu'il s'agit d'une solution particulièrement robuste.

Notre génération est responsable de prévenir et limiter les charges transmises aux générations futures. Un entreposage des colis de déchets contreviendrait à ce principe, alors qu'une solution définitive de stockage en profondeur est à notre portée. De plus, un entreposage en surface est toujours plus vulnérable qu'un stockage en profondeur. L'option de fissionner ou transmuter les déchets HA et MAVL n'est pas crédible même avec les technologies récentes de laser à impulsion, qui nécessitent d'être couplées à un réacteur et des installations complexes non définies à ce jour. Elles ne sauraient en tout état de cause s'appliquer à des déchets déjà conditionnés.

En revanche, il est nécessaire d'entreposer des combustibles usés non retraités, qu'il n'est pas souhaitable de retraiter maintenant. C'est en particulier le cas des combustibles MOX irradiés (oxyde mixte de plutonium et d'uranium appauvri). Les alternatives d'entreposage sec et humide, locales ou centralisées, doivent être comparées sans parti pris. La possibilité de stockage géologique du MOX dans le cas où il n'y aurait pas d'utilisation de celui-ci doit être étudiée.

La loi de 2016 prévoit que les générations futures puissent poursuivre la construction et l'exploitation du stockage, ou inversement réévaluer les choix définis antérieurement et faire évoluer les solutions de gestion. C'est donc en fonction de l'avancement de l'exploitation de Cigéo que la gouvernance du projet devra adapter les modalités d'exploitation, en particulier l'objectif de récupération des colis.

Après la période d'exploitation, il conviendra de privilégier la sûreté passive impliquant la fermeture du stockage. Il est de la responsabilité de la génération actuelle de transmettre aux générations futures une situation où les déchets qu'elle a produits sont stockés de façon sûre, sans nécessité de reprise. C'est en fonction de ce principe que la stratégie de fermeture progressive des alvéoles doit être définie.

Les académies suggèrent aux maîtres d'ouvrage du débat public de mieux les associer aux débats, à côté de certains organismes publics (CNE, HCTSIN, ...) pour dialoguer sur la complexité des sujets traités et des options présentées.

En conclusion, les académies considèrent que les travaux dans le laboratoire souterrain de Bure ont été menés avec une grande rigueur ; ils ont confirmé la très bonne adéquation de l'argilite comme hôte du centre de stockage envisagé et permis l'acquisition du savoir-faire nécessaire à la construction et à l'exploitation de ce centre.

## **PÉRENNISER L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DU COMBUSTIBLE**

La nature et les quantités des déchets radioactifs dépendent de la stratégie adoptée pour le cycle du combustible. La France a pris de longue date la décision de retraiter les combustibles usés et de recycler le plutonium sous forme de MOX, ce qui réduit la consommation d'uranium naturel de 12 % ; si l'uranium de retraitement est réenrichi, le gain sur la consommation totale d'uranium naturel est de l'ordre de 20%.

Le recyclage des matières valorisables, uranium et plutonium, est un objectif majeur conforme au modèle d'économie circulaire promu par le code de l'environnement. Il permet de réduire le volume et de faciliter le stockage géologique des déchets les plus radioactifs. Un multirecyclage complet nécessite de déployer des réacteurs à neutrons rapides (RNR). Les pays ayant un programme nucléaire important ont tous des projets en construction ou en étude de réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium.

Les RNR peuvent utiliser le plutonium et valoriser l'uranium appauvri, en limitant la consommation d'uranium naturel. Le multirecyclage du plutonium dans des réacteurs à eau sous pression, envisagé dans l'attente des RNR, présente des problèmes complexes liés à la dégradation isotopique du plutonium : les académies considèrent que ce n'est pas une solution pérenne.

Le déploiement des RNR est envisagé en France par le dossier du maître d'ouvrage pour la fin du siècle ; les académies considèrent qu'il faut se donner des objectifs plus rapprochés pour mettre en service un démonstrateur. Elles souhaitent que l'étude de concepts de réacteurs RNR intrinsèquement sûrs soit relancée activement, en incluant des solutions RNR modulaire de petite puissance.

Les deux académies recommandent que le renouvellement des usines du cycle du combustible soit envisagé à l'horizon 2040/2050, en cohérence avec le déploiement progressif des RNR. Leur arrêt conduirait à reconsidérer fondamentalement la gestion des déchets de haute activité.

## **FAIRE ÉVOLUER LA GESTION DES TFA**

Le principe actuel de gestion des déchets TFA est que tous les déchets issus d'une partie classée d'une installation nucléaire sont gérés comme s'ils étaient radioactifs, alors que pour une large part ils ne le sont pas. Ils doivent donc être dirigés vers une installation de stockage spécifique. La France est l'un des rares pays

européens qui n'applique pas les recommandations de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et de l'Union européenne ; celles-ci ont proposé des seuils de libération n'accroissant pas l'exposition de la population de plus de 0,5% de la radioactivité naturelle. Les académies recommandent aux autorités de de sûreté françaises de définir des seuils permettant une optimisation de la gestion des déchets tout en assurant leur innocuité.

Les programmes de démantèlement des prochaines décennies visent des réacteurs 900 MW et des usines du cycle du combustible. L'Andra estime que 30 à 50% des déchets issus de ces opérations présenteront une radioactivité nulle ou négligeable. La collecte et le transport sur un site unique des quantités importantes attendues génèreraient des impacts et risques (poussières, circulation, etc.) plus importants que les risques spécifiques engendrés par leur très faible radioactivité. Ce point de vue est partagé par les deux académies.

Le recyclage après décontamination de matériaux serait vertueux dans le contexte d'une économie circulaire. Les principes de gestion actuellement préconisés par les autorités de sûreté pour les TFA ne sont pas en cohérence avec le code de l'environnement, qui impose une hiérarchie des modes de gestion privilégiant la prévention et la réduction de la production des déchets et de leur nocivité, leur valorisation par le réemploi ou le recyclage, puis dans un dernier temps, le stockage.

Il est donc souhaitable que la gestion des déchets TFA prenne en compte des seuils permettant le recyclage ou le stockage local. Les dépenses et les charges engendrées par cette gestion doivent être justifiées par une réelle réduction de l'ensemble des risques (rayonnement mais aussi transport).

Garantir que tous les déchets évacués respectent le seuil de libération peut être très complexe, en particulier pour des déchets hétérogènes par leur origine ou par leur composition. On peut envisager que les seuils ne soient définis que pour les déchets issus de filières caractérisées, et dont les flux peuvent être contrôlés. Ainsi, les matériaux métalliques provenant d'installations nucléaires pourraient, après un tri et des opérations de fusion décontaminantes, être réutilisés dans le domaine public. Il pourrait en être de même des matériaux issus de la démolition des bâtiments (bétons, gravats...).

Un éventuel stockage des matériaux libérés non réutilisables pourrait se faire sur site ou dans des décharges dédiées qui n'ont pas à être équivalentes aux Installations de stockage de déchets dangereux (ISDD).

## CONCLUSION

Dans le cadre de la loi de 1991, des sites de stockage de déchets radioactifs de haute activité ou de moyenne activité à vie longue (HA et MAVL) ont été recherchés : trois sites ont été retenus en 1994, respectivement dans le granite de la Vienne, l'argilite en Meuse-Haute Marne et dans une argile du Gard. Après reconnaissance géologique, la Commission Nationale d'Evaluation et l'Autorité de Sûreté Nucléaire ont recommandé d'éliminer le granite, la capacité de confinement du site granitique n'étant pas assurée car les granites français sont très fracturés et inaptes à confiner des déchets sur de très longues périodes.

Les pouvoirs publics ont choisi en 1998 de n'ouvrir un laboratoire souterrain qu'à Bure, privilégiant une formation géologique profonde et épaisse d'argilite de la Meuse. Les essais menés au laboratoire souterrain de Bure confirment que la compacité, l'imperméabilité, et les propriétés chimiques et mécaniques de cette roche lui permettront d'isoler puis de confiner ces déchets pendant des durées « géologiques ». Le projet Cigéo correspond à un stockage réversible.

L'IRSN et l'ASN, dans leurs avis rendus en 2018 sur les options de sûreté présentées par l'Andra, ont estimé que le projet Cigéo est mature pour demander une autorisation de création. Il n'y a plus lieu de s'intéresser à une alternative d'entreposage intermédiaire en « subsurface » pour ces déchets. La loi de 2016 a défini le concept de réversibilité et la phase pilote doit permettre de vérifier le caractère opérationnel d'une gestion réversible. Néanmoins il conviendra dans la mise en œuvre de ce concept de privilégier la sûreté passive acquise dès l'immobilisation définitive des colis.

La stratégie française repose sur le recyclage des matières valorisables, uranium et plutonium. Toute remise en cause de cette économie circulaire nécessiterait de repartir d'une page blanche en matière de R&D et d'investissements. Le multirecyclage du plutonium dans des réacteurs à eau sous pression se heurte à des limites physiques (dégradation isotopique) et n'est pas une solution pérenne. Les académies recommandent que les programmes de développement des réacteurs à neutrons rapides (RNR) soient repris activement, avec des objectifs rapprochés et crédibles de réalisation d'un démonstrateur. Un RNR modulaire de petite puissance doit faire partie des options étudiées. Ce programme essentiel pour la gestion des matières radioactives, inscrit dans la loi de 2006, doit bénéficier d'un soutien clair des pouvoirs publics et d'un budget adéquat.

La politique actuelle de gestion des déchets de très faible activité est incohérente ; elle ne satisfait pas au critère d'optimisation fixé par le code de l'environnement, et doit être revue. Des seuils de libération doivent être définis pour que l'essentiel des matériaux, en fait non radioactifs, issus des opérations de démantèlement, puissent être utilisés ou stockés de manière conventionnelle.

La participation de la société civile à la définition de la politique de gestion des déchets radioactifs est essentielle, mais difficile ; les sujets sont en effet techniquement complexes et l'espace médiatique est largement occupé par des associations militantes. Une large diffusion des informations de base - telles que le cahier du maître d'ouvrage dans une forme simplifiée - est essentielle. Il convient également d'inclure et mobiliser dans le débat public tous les corps intermédiaires, les associations scientifiques et d'ingénieurs, les académies, et au premier chef les élus.