



Présentation du rapport N° 18
de la Commission nationale d'évaluation
au CLIS de Bure

13 janvier 2025



Rappel sur la mission de la CNE 2

- Instituée par la loi en 1991 et confirmée par la loi en 2006, la CNE 2 rassemble des scientifiques et ingénieurs français et étrangers.
- Les 12 membres de la CNE exercent leurs fonctions bénévolement et sont indépendants de la filière nucléaire française. Ils couvrent un domaine d'expertise varié (chimie, physique nucléaire, sciences des matériaux et sciences de l'ingénieur, géologie, hydrogéologie, sciences environnementales, sociales et économiques, etc.)
- La Commission a pour mission d'évaluer les travaux scientifiques et technologiques concernant le traitement, l'utilisation, l'entreposage ou le stockage des matières et déchets radioactifs.

La Commission éclaire le Parlement sur les décisions qui doivent être prises sur des sujets concernant le cycle du combustible nucléaire en tenant compte de leur impact économique, sociétal et environnemental

- Le rapport n° 18 de la CNE a été adressé au président de l'OPECST en juin 2024, mais rendu public seulement après sa présentation à l'office le 14 novembre. C'est pourquoi sa présentation au CLIS est relativement tardive.
- La Commission étudie actuellement le dossier de demande d'autorisation de création du projet Cigéo, sur lequel elle doit émettre un rapport dont la parution est prévue fin 2025. De ce fait, la place accordée au projet Cigéo dans le rapport 18 est modeste, le travail d'analyse détaillée du dossier étant encore en cours.
- En revanche, le rapport 18 contient au titre du panorama international un examen des stratégies de gestion des déchets de haute activité dans le monde, stratégies qui comportent généralement un projet de stockage géologique, que ce projet soit avancé ou non.

- La relance de l'utilisation de l'énergie nucléaire
- La bonne utilisation des matières : un enjeu de souveraineté
- Les implications sur les usines du cycle
- Les déchets HA-MAVL : le projet Cigéo
- Le stockage géologique, solution internationale de référence pour les déchets HA MAVL

- Les pouvoirs publics ont décidé une relance de l'utilisation de l'énergie nucléaire en France, incluant la construction de nouveaux réacteurs de puissance et le soutien à des projets de petits réacteurs modulaires. Le CPN de février 2024 a également confirmé la politique de retraitement des combustibles usés avec l'objectif de parvenir à terme à la fermeture complète du cycle.
- La Commission recommande que l'objectif de puissance installée du parc électronucléaire soit fixé dès que possible et que les simulations d'évolution du parc pour l'atteindre soient mises à jour : type et nombre de réacteurs, calendrier de construction, durée de fonctionnement, usines du cycle du combustible, quantité et nature des déchets produits.
- La Commission souligne que les réacteurs à neutrons rapides (RNR) de puissance élevée sont la seule filière permettant la fermeture complète du cycle.
- S'agissant des projets de petits réacteurs modulaires soutenus par l'État, la Commission recommande que la suite du programme France 2030 concentre son soutien sur un nombre très restreint de projets pour qu'il soit efficace.

- De façon générale, la Commission recommande de ne pas envisager le déclasserement des matières radioactives en déchets sauf si l'absence d'intérêt de ces matières devenait avérée.
- Les risques conjoncturels sur l'approvisionnement en uranium naturel à court et moyen terme sont limités. En revanche, les risques structurels sont élevés dans le temps long. D'abord, la montée en puissance annoncée du parc nucléaire mondial accélère la consommation des ressources. Ensuite, des tensions géopolitiques peuvent entraîner la perte d'accès à certaines ressources.
- S'agissant du MRREP, la Commission note que les travaux récents de la filière nucléaire, avec la proposition du combustible MOX MR, conduisent à des simplifications significatives et représentent une amélioration sensible de la crédibilité technique du projet, mais la mise en œuvre du MRREP avec un combustible MOX MR est intrinsèquement limitée dans la durée.
- L'objectif de fermeture complète du cycle n'est accessible que par le déploiement d'un parc de RNR de puissance élevée qui par ailleurs offre des garanties contre les risques de crise structurelle d'approvisionnement en uranium.

- Fabrication des combustibles : une nouvelle usine devra être impérativement construite pour prendre la suite de Melox dans les années 2040.
- Retraitement : deux options sont envisagées pour traiter les combustibles MOX MR : soit l'adaptation des usines actuelles soit le changement des procédés. Ces procédés ont été testés en laboratoire, mais des travaux importants sont encore nécessaires pour les qualifier à l'échelle industrielle. La Commission observe que seule la seconde option permet aussi d'envisager le retraitement de MOX RNR, très riches en plutonium, dans les nouvelles usines.
- La Commission recommande d'intensifier et de concrétiser la R&D pour porter les nouveaux procédés jusqu'à l'industrialisation, en veillant à concentrer les efforts en priorité sur les briques utiles aux RNR.
- Pour les usines de fabrication de combustible comme pour le retraitement, la Commission recommande que les études soient complétées pour prendre en compte les besoins d'un parc de RNR de puissance.

Les déchets HA-MAVL : le projet Cigéo

- La Commission a tout d'abord identifié les principales disciplines scientifiques qui sont mises à contribution pour la conception et l'analyse de sûreté de Cigéo : géologie, hydrogéologie, science des matériaux, chimie, sciences de l'environnement et du climat.
- Pour chacun de ces domaines scientifiques, les données recueillies au cours de trente années de recherche dans le laboratoire souterrain et au niveau international sont examinées pour s'assurer de leur exhaustivité par rapport aux besoins de la conception de Cigéo, de leur qualité et de leur cohérence avec les données de la littérature scientifique.
- L'utilité première de ces données est d'alimenter les modèles pour réaliser des simulations numériques qui seules peuvent permettre d'évaluer le comportement à long terme du stockage. La Commission examine les modèles conceptuels utilisés, les modèles numériques associés et les résultats des simulations numériques. Elle porte une attention particulière aux données d'entrée et à l'interprétation des résultats, en intégrant les incertitudes.

- Le dossier de demande d'autorisation de création de Cigéo contient, dans le plan directeur d'exploitation (PDE), une liste des déchets pris en compte pour la conception et l'analyse de sûreté du stockage souterrain. En synthèse, il s'agit principalement des déchets existants et de ceux qui seront produits par le fonctionnement puis le démantèlement des installations nucléaires existantes, auxquelles il faut ajouter les installations autorisées mais non encore en service suivantes : EPR de Flamanville, réacteur Jules Horowitz (RJH), installation ITER.
- La liste des déchets indiquée dans le PDE constitue l'inventaire de référence (au sens de l'article D542-91 du code de l'environnement) sur la base duquel les études de sûreté présentées dans le dossier de DAC ont été réalisées. Toute modification de ce périmètre affecterait potentiellement les résultats de ces études.
- Même si le dernier alinéa de l'article D542-91 rend possible une actualisation cet inventaire, la Commission recommande que le décret d'autorisation de création fixe l'inventaire des déchets à stocker dans Cigéo à celui défini dans l'inventaire de référence tel qu'il figure dans le dossier de DAC.

- Quatre composantes de la réversibilité selon la loi : la **progressivité** de la construction, la **flexibilité** de l'exploitation, la **récupérabilité** des colis de déchets pendant une certaine durée, l'**adaptabilité** de la conception et de sa capacité à prendre en compte un inventaire de nature et de volume distincts de celui de départ.
- Au stade de la DAC, seule la récupérabilité a des enjeux scientifiques et techniques forts dans la mesure où la conception du stockage doit garantir la capacité à identifier et récupérer certains colis pendant la période prescrite par la loi (d'ordre séculaire).
- La Commission analyse donc plus particulièrement dans le dossier de DAC les éléments permettant de garantir l'accès à l'ensemble des ouvrages souterrains (descenderie, quartiers, alvéoles) notamment sous l'angle de leur tenue mécanique et de leur déformation.

- La proposition de l'Andra quant au contenu et à l'organisation de la phase industrielle pilote est détaillée dans le PDE, qui distingue deux phases successives.
 - La première phase, commencera à la signature du décret d'autorisation de création, et couvrira la période de construction et de qualification de l'installation jusqu'aux essais en inactif inclus.
 - La seconde phase, à partir de l'autorisation de mise en service de l'installation, commencera par les essais sur colis actifs et se poursuivra par un début d'exploitation industrielle de l'installation.
- La Commission recommande que les critères de réussite de la Phipil soient fixés en amont du décret d'autorisation de création, la priorité étant donnée à la validation des processus industriels.
- La pleine responsabilité de sa mise en œuvre revient à l'exploitant.
- La Commission recommande qu'il n'y ait pas d'interruption des opérations de mise en stockage pendant la phase d'instruction de la Phipil.

**Le stockage géologique,
solution internationale de référence
pour les déchets HA-MAVL**

Quatre grandes catégories de pays :

1. Les pays où le stockage est décidé, autorisé et en construction/essais de qualification.
2. Les pays où le stockage est choisi et la procédure de choix de site en cours.
3. Les pays où le stockage est choisi mais la procédure de choix de site est encore complètement ou partiellement à définir.
4. Les pays en situation d'attente ou de blocage.

Les pays où le stockage est décidé, autorisé et en construction/essais de qualification

La Finlande

- 2015 : Permis de construire accordé par le gouvernement.
- 2016 : Autorisation de construire accordé par STUK.
 - Début des travaux en décembre 2016 : excavation, montage des auxiliaires, station de réception des conteneurs...
 - Industrialisation et optimisation de la barrière ouvragée, fabrication et inspection, qualification.
 - Mise en place du test en vraie grandeur in situ destiné à suivre l'évolution du stockage ; installation fonctionnelle et instrumentée en 2019.
- 2019 : Autorisation de construire l'installation d'encapsulation.
- 2021 : demande d'exploiter l'usine d'encapsulation et le stockage définitif.
- 2024 : début de l'essai final en inactif ; fin prévue en 2025.

La Suède

- 2022 : autorisation de construire le stockage à Östhammar et l'usine d'encapsulation à Oskarshamn par le gouvernement.
- 2024 : permis de construire et d'exploiter le stockage et l'usine d'encapsulation par le "Tribunal foncier et environnemental".
- Poursuite du processus d'autorisation (SSM) pas à pas : construction, essais, exploitation, démantèlement, fermeture.
- La responsabilité du stockage est reprise par l'État après fermeture.
- La fermeture définitive doit faire l'objet d'une autorisation par le gouvernement.

**Les pays où le stockage est choisi et la
procédure de choix de site en cours**

Le Canada

- 2003 : Approbation de la stratégie intégrée pour les déchets radioactifs par le gouvernement fédéral mise en œuvre selon quatre principes : stockage géologique.
 1. Le consentement des collectivités et des peuples autochtones sur le territoire desquels les installations futures seront planifiées devra être obtenu dans le cadre du processus de sélection des sites.
 2. Lors de la conception des installations, la priorité devra être accordée à la protection de l'eau.
 3. Les installations de stockage devront faire l'objet d'un suivi à long terme.
 4. Nous devons agir dès maintenant et ne pas abandonner cette responsabilité aux générations futures.

- 2010 : Lancement du processus de sélection de sites : 22 sites candidats
- Gestion adaptative progressive : **méthode technique (ce que nous envisageons de construire) et une approche de gestion (comment nous travaillons avec les gens pour y parvenir).**
- 2024 : 2 sites potentiels subsistent dans deux régions en Ontario
 - 2023 : publication des rapports de confiance dans la sûreté
 - 2024 : deux communautés expriment leur consentement :
 - 8 mars/10 juillet : canton de Ignace (accord d'hébergement signé)
 - 28 octobre : municipalité de South Bruce (referendum favorable)
 - Les discussions se poursuivent avec les deux autres communautés
- Adaptabilité aux technologies émergentes (par ex. SMR)

La Suisse

- 2006 : Le concept de stockage géologique est considéré faisable et sûr en Suisse.
- 2008 : Approbation des critères et de la procédure de choix de site; proposition de six régions appropriées (NAGRA).
- 2011 : Approbation des six régions par le Conseil fédéral.
- 2012 : Présentation des sites potentiels (NAGRA).
- 2015 : Réduction à trois sites (NAGRA).
- 2018 : Trois sites potentiels objets d'études approfondies.
- 2022 : Proposition du site de Nord des Lägern (Stadel) considéré comme celui qui convient le mieux (plus grandes marges de sûreté).
- 2024 Nov. : Demande d'autorisation générale pour la réalisation d'un dépôt en couches géologiques profondes destiné à accueillir les déchets radioactifs des centrales nucléaires existantes (60 ans d'exploitation) ainsi que de la médecine, de l'industrie et de la recherche.
- 2024 : Le Conseil fédéral envisage de lever l'interdiction de construire de nouvelles centrales nucléaires en Suisse .

**Les pays où le stockage est choisi mais la
procédure de choix de site est encore
complètement ou partiellement à définir**

La Belgique

- 1974 : Cartographie des formations potentielles.
- 1980 : Construction du laboratoire souterrain dans l'argile à Mol.
- 1997 : Extension du laboratoire.
- 2007 : Début de l'expérience Praclay : test in situ en vraie grandeur.
- 2010 : Plan déchets (Ondraf)-pas de décision.
- 2020 : Proposition de politique nationale (Ondraf).
- 2022 : Stockage en profondeur retenu-processus décisionnel par étapes (Arrêté Royal) à développer.

L'Allemagne

Le stockage géologique est la destination de tous les déchets :

■ FA et MA

➤ Stockages historiques

- Morleben : en cours de fermeture.
- Asse : les déchets doivent être récupérés (Parlement)-coûts estimés 4,7 Mia (ancienne mine de sel).

➤ Stockage en construction : Konrad (ancienne mine de fer)

■ HAVL

- 2013 : Décision de redémarrer le processus de sélection de sites (gouv.)
- 2017 : Réorganisation du système de gestion des déchets/définition des règles pour la construction, l'exploitation et la fermeture (gouv.)
- 2017 : Identification de zones favorables (BGE).
- 2020 : Identification de régions pour caractérisation à partir de la surface, établissement d'un rapport préliminaire de sûreté, évaluation sur base de critères de pondération géoscientifiques et socioéconomiques.

Le Japon

- 1976 : Début de la R & D-stockage géologique.
- 2000 : Loi sur la gestion des déchets radioactifs - stockage géologique des HAVL.
- 2002 : Appel à candidatures - pas de réponse.
- 2007 : Loi sur la gestion des déchets radioactifs - stockage géologique des MAVL.
- 2017 : Carte des “caractéristiques scientifiques” classant les regions en défavorables (stabilité, intrusion), favorables, préférables.
- 2020 : Deux municipalités consentent à une étude d'évaluation des données existantes (Hokkaido).

La Corée du Sud

- 1988 : Entreposage d'attente suivi d'un stockage géologique.
- 2021 : Développement d'un projet générique.

Les pays en situation d'attente ou de blocage

L'Espagne

- 2006 : Plan déchets (gouv.).
 - Stockage géologique dans 70 ans.
 - Entreposage intérimaire centralisé.
- 2023 : Nouveau plan déchets (gouv.).
 - Stockage géologique à l'horizon 2070.
 - Abandon de l'entreposage centralisé.
 - Entreposage intérimaire sur les 7 sites des centrales existantes.
 - R&D générique.

Le Royaume-Uni

- 2006 : CoRWM recommande le stockage géologique.
- 2006 : Le gouvernement britannique accepte la recommandation.
- 2008 : Lancement du processus de sélection de site sur base du consentement des communautés locales avec possibilité de retrait (Angleterre, Pays de Galle).
- 2011 : La politique du gouvernement écossais est la gestion en subsurface près des sites de production.
- 2013 : Fin du processus de *siting* lancé en 2008 - toutes les communautés s'étant retirées.
- 2014 : Définition et lancement d'un nouveau processus de sélection (gouv.).
- 2024 : Discussions engagées dans trois communautés (Angleterre).

Les États-Unis

- 1957 : Stockage géologique recommandé-Académie des sciences.
- 1982 : Adoption du NWPA-procédure de sélection de sites (Congrès).
- 1986 : 3 sites retenus dont Yucca Mountain.
- 1987 : Amendement du NWPA- Yucca Mountain site unique (Congrès).
- 1989 : Yucca Mountain déclaré non réalisable (*not workable*).
- 2010 : Blue Ribbon Commission (BRC).
- 2012 : BRC → approche basée sur le consentement (*consent base approach*).
- 2013 : *Consent Base Approach* adoptée par le DOE.
- 2024 : Création d'une entité unique chargée de gérer les déchets (NWA) en discussion au Congrès (octobre 2024).

- **Question 3** : Quelle est l'utilité d'avoir un inventaire radiologique associé à l'inventaire des déchets à stocker ?
- **Question 1** : La CNE demande que le décret d'autorisation fixe l'inventaire des déchets à stocker dans CIGEO et que cela corresponde à l'inventaire de référence. N'est-ce pas l'autorisation de mise en service qui doit fixer cet inventaire (limité dans un premier temps à la phase pilote)
- **Question 5** : Que signifie « dissocier les études d'adaptabilité de l'instruction de la DAC » ?
- **Question 2** : La CNE demande que les critères de réussite de la phase pilote soient définis en amont, ce qui suppose d'en attendre la fin pour pouvoir juger de sa réussite ou non, mais recommande de ne pas interrompre la mise en stockage à la fin de la phase pilote. Est-ce que cela n'est pas contradictoire ?

- **Question 6** : Qu'entendez-vous par « pleine responsabilité de l'ANDRA pour la mise en œuvre de la phase industrielle pilote » ?
- **Question 4** : Quelle serait la durée de récupérabilité (aspect pratique de la réversibilité) du dernier colis stocké ? Idem pour le premier s'il y a fermeture progressive. Peut-on encore parler de réversibilité ?
- **Question 7** : Faut-il encore investir dans les recherches sur la dissolution des bitumes ? Il semble que l'on s'oriente vers un stockage en l'état ou un reclassement en FAVL.
- **Question 8** : Faut-il prolonger la durée d'exploitation du laboratoire souterrain ?