

Résumé et conclusions :

- La loi de 2006 prévoit le stockage géologique des déchets HA et MA-VL dans le respect du principe de réversibilité, les Combustibles Usés (CU) en sont donc exclus.
- La Commission Nationale d'Évaluation (CNE) prend note que l'ANDRA prévoit un dépôt de la Demande d'Autorisation de Création (DAC) à mi 2018, celle-ci sera instruite jusqu'à mi 2021. La Phase Industrielle Pilote (PIP) démarrerait en 2025 pour une dizaine d'années.
- La CNE recommande que l'ANDRA profite du retour d'expérience de la phase de creusement et de la PIP et fasse des rapports annuels d'avancement.
- La CNE recommande que l'ANDRA fige au plus tôt les options techniques de réalisation de la première tranche pour présenter un schéma industriel robuste indispensable à la DAC, tout en conservant une grande marge de robustesse et flexibilité.
- La CNE considère que la compréhension des phénomènes Thermo-Hydro-Mécaniques (THM) doit encore progresser avant la DAC pour concevoir l'architecture des quartiers HA1 et HA2. Bien que ces quartiers ne seraient construits que dans plusieurs décennies, l'ANDRA devra présenter une solution de référence présentant toutes les incertitudes. La CNE recommande que l'ANDRA programme une expérience permettant de tester le modèle THM à une échelle pertinente.
- L'ANDRA n'a pas encore un modèle mécanique permettant de rendre compte de la totalité des observations.
- Les scellements ne seront pas validés à l'échelle 1 pour la DAC, l'ANDRA devra présenter un modèle de fonctionnement global des scellements et détailler les expérimentations échelle 1 prévues dans CIGEO dès la PIP.
- La CNE attend que l'ANDRA définisse les processus de spécification et de contrôle des colis primaires pour la DAC.
- La CNE s'interroge sur la répercussion du coût revu à la baisse à 25 Md d'euros par la ministre en janvier, elle souhaite que les options techniques de la 1^{ère} tranche choisies par l'ANDRA et les producteurs soient maintenues et non affectées par des considérations budgétaires.

Le chapitre 1 concerne plus particulièrement le CLIS en portant sur CIGEO.

1) CIGEO : vers le dépôt de la demande d'autorisation de création

1.1) Le nouveau calendrier de CIGEO avant la demande de DAC

Avant Projet Détaillé (APD) en 2016/2017, dépôt de la demande d'autorisation de création (DAC) mi 2018. L'ANDRA a remis à l'ASN et la CNE en avril 2016 les documents suivants : Dossier d'Options de Sûreté (DOS), Dossier d'Options techniques de Récupérabilité (DORec) et projet de Plan Directeur d'Exploitation (PDE). Les résultats de l'APD seront étudiés par une revue de projet. Cette évaluation, associée aux évaluations CNE et ASN des autres documents, sera prise en compte dans la demande de DAC et dans la mise à jour du PDE au 1^{er} semestre 2018. L'ANDRA possède actuellement la quasi totalité de la maîtrise foncière des terrains.

1.2) Le calendrier de CIGEO après la demande de DAC

La DAC sera instruite jusqu'à mi 2021 et pourrait se conclure par un décret d'autorisation de création fin 2021, permettant alors le début des travaux pour la PIP en 2025. La PIP se développerait sur une dizaine d'années, une phase de 5 ans se ferait avec des essais de fonctionnement du stockage avec des colis non radioactifs. Les premiers colis actifs seraient descendus à partir de 2030 avec l'obtention de l'autorisation de mise en service. S'ensuivrait une montée en cadence pour tester la vraisemblance du rythme de livraison maximal de 3 000 colis primaires par an prévu par le PIGD (Programme Industriel de Gestion des Déchets). La PIP sera l'étape essentielle de démonstration de la maîtrise industrielle de CIGEO, de validation des solutions robustes de la DAC et de qualification des pistes d'optimisation. La CNE constate que le calendrier reste très serré et que l'ANDRA devra rapidement établir un schéma industriel robuste, figeant les options techniques de la première tranche. La PIP devra aussi permettre de garantir la réversibilité. La CNE attend de l'ANDRA un rapport d'avancement annuel.

1.3) Les déchets destinés à CIGEO

Les déchets destinés à CIGEO sont les déchets ultimes prévus dans le PIGD, les CU (Combustibles Usés) n'en font pas partie. Cependant à la demande du PNGMDR (Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs), l'ANDRA a étudié la possibilité de les stocker à CIGEO. Elle a aussi étudié deux scénarios d'inventaires en fonction du renouvellement ou non du parc existant. L'inventaire de l'ANDRA tient par ailleurs compte de « réserves », pour les FAVL par exemple. Selon la CNE, la DAC devra être accompagnée d'un inventaire des déchets figé.

1.4) Spécifications et acceptation des colis primaires dans CIGEO, contrôle des colis

Pendant l'APS (Avant-Projet Sommaire), des spécifications préliminaires ont été établies pour tous les colis primaires, l'ASN se prononcera sur ces informations présentées dans le DOS. Les échanges avec les producteurs se poursuivront pendant l'APD (Avant-Projet Définitif) afin que l'ANDRA fournisse une version consolidée pour la DAC. Les spécifications définitives seront fixées par l'ASN lors de la mise en service. L'organisation du contrôle des colis est en cours d'étude par l'ANDRA et les producteurs (première version pour la DAC). La CNE considère comme essentiel que les processus de spécification et de contrôle des colis soient clairement définis pour le dépôt de la DAC. Elle souhaite connaître comment un label « colis accepté pour le stockage » serait donné à chacun des colis primaires par les agents de l'ANDRA.

1.5) Deux problèmes particuliers

1.5.1) La production d'hydrogène : la production d'hydrogène provient de la radiolyse dans les colis de déchets MAVL et à long terme de la corrosion des matériaux métalliques. La CNE considère que les conséquences des effets de la radiolyse dans les alvéoles MAVL justifient une intensification de la recherche

sur le sujet. L'ANDRA devra consolider ses données sur la production des espèces radiolytiques pour la DAC et présenter à la CNE un modèle de production globale d'hydrogène après fermeture.

1.5.2) Le co-stockage : il y a 176 000 colis primaires MAVL prévus, répartis dans 7 types de conteneurs de stockage, et prévus pour une cinquantaine d'alvéoles. L'ANDRA a classé les 79 familles physico-chimiques de colis MAVL en 7 catégories compatibles. Par ailleurs elle a conclu que seules les familles 4 et 5, ne contenant ni composés organiques, ni sels, pouvaient être co-stockées ensemble, conclusion prudente soutenue par la CNE.

1.6) Spécificité de la demande d'autorisation de création de CIGEO

La création de CIGEO devra être autorisée par un décret en conseil d'Etat, après avis de l'ASN et enquête publique. Le dossier de DAC devra être aussi accompagné d'un compte-rendu d'un débat public et d'un rapport de la CNE. Après évaluation du dossier par l'OPECST, le gouvernement devra soumettre au parlement un projet de loi fixant les conditions de réversibilité de ce stockage. Le dossier DORec pourrait fournir les éléments techniques préparatoires à l'élaboration de la loi sur la réversibilité. CIGEO sera soumis aux règles des INB mais pourra solliciter un décret modificatif. La CNE rappelle son attachement au respect de toutes les garanties et à une large information du public. Quelles conséquences si les conditions de la loi sur la réversibilité n'étaient pas compatibles avec les dispositions prévues dans la DAC qui aurait déjà été déposée ?

1.7) Les attentes scientifiques pour la demande DAC

1.7.1) Le comportement THM du massif : l'ANDRA a fait évoluer son modèle du comportement du massif d'argilite, sous l'effet du dégagement de chaleur des déchets HA exothermiques, du fait d'une révision des paramètres hydro-mécaniques (réduction de la perméabilité et augmentation de la raideur) et d'une modification de l'architecture (réduction de la longueur de galeries d'accès aux alvéoles). Le critère de fracturation de la roche sous l'effet de l'accroissement de la pression interstitielle est devenu prépondérant sur le critère de température de l'argile au contact. La CNE demande donc que l'ANDRA détaille les parts respectives de l'évolution des paramètres et des modifications d'architecture ayant entraîné le passage du critère thermique au critère de fracturation ; que l'ANDRA réalise toutes les études nécessaires pour évaluer les conséquences d'une éventuelle fracturation hydraulique sur les propriétés de confinement du COx (Callovo-Oxfordien) et leurs implications sur la sûreté. La CNE estime que le modèle THM doit encore être affiné pour présenter dans la DAC la solution d'architecture HA compatible avec ce critère THM et ses incertitudes. Le quartier HA n'étant prévu que dans plusieurs décennies, l'ANDRA devra proposer des études du modèle THM à échelle pertinente.

1.7.2) La question de la désaturation-resaturation du massif et de la migration des gaz : la désaturation se fait rapidement lors de la phase de ventilation de la phase d'exploitation. Mais la resaturation après l'arrêt de la ventilation est un processus bien plus long. Or l'argilite se gonfle lors de la phase de resaturation donc d'éventuelles conséquences mécaniques. De plus, l'argilite resaturée constituera une barrière à la migration des gaz, provoquant une augmentation de la pression et un risque de fracturation. La CNE recommande que l'ANDRA s'assure que les mécanismes de saturation/resaturation et les dégagements d'hydrogène soient bien pris en compte par rapport aux incertitudes sur le régime thermique et sur les couplages hydrauliques entre les différentes zones du stockage.

1.7.3) Le dimensionnement du revêtement des galeries et des alvéoles : malgré des études de la roche remarquables au niveau mondial, l'ANDRA propose un modèle ne parvenant pas à rendre compte de la totalité des observations, modèle qui coexiste avec d'autres modèles (producteurs, Ineris, maîtres d'œuvre, partenaires universitaires). L'EDZ (Excavation Disturbed Zone/zone endommagée et fracturée) est très bien décrite mais difficile à expliquer.

a) Spécificité du stockage profond : à la différence d'un tunnel classique, l'échelle est séculaire et l'accessibilité ne sera plus possible à long terme. Il faut donc un modèle robuste et validé.

b) Caractériser les grands traits du comportement à long terme (au delà d'un siècle) : la CNE considère que le point important à étudier est le comportement mécanique du massif à l'échelle du siècle, pertinente pour la durée d'exploitation. Elle attend aussi que les traits principaux retenus soient justifiés par une argumentation solide. La CNE demande à disposer rapidement d'une étude comparative des différents modèles de comportement différenciés.

1.7.4) La problématique des zones endommagées par le creusement (EDZ) : l'EDZ est plus particulièrement étudiée pour son risque de « court-circuit » de la barrière géologique, qui pourrait donc faciliter la circulation des eaux. Mais les capacités de sorption de l'argile devraient atténuer ce phénomène pour certains radionucléides.

c) L'EDZ dans CIGEO : l'ANDRA a une bonne image de l'EDZ de par ses mesures de perméabilité de microfracture. Mais elle manque de données à l'échelle décimétrique, dans la direction parallèle à l'axe des galeries, accessibles seulement par modélisation.

d) La cicatrization de l'EDZ : la CNE souhaite savoir comment l'ANDRA envisage de traiter la question de l'EDZ dans la DAC, quels modèles seront mis en œuvre et quel scénario enveloppe sera produit. Il faudra que la migration éventuelle des radionucléides faiblement retenus par l'argile soit examinée.

1.7.5) Le rôle hydraulique des matériaux à l'extrados des revêtements : la CNE demande que l'ANDRA s'assure que les matériaux compressibles envisagés à l'extrados des galeries et alvéoles n'entraînent pas de perturbations de la circulation des fluides.

1.7.6) Le scellement des galeries et des liaisons surface-fond : la CNE demandait à l'ANDRA de fournir pour la DAC un concept crédible pour le scellement des galeries. Malgré de nombreux résultats, l'ANDRA n'a pas pu encore valider tous les éléments à échelle 1. La CNE recommande donc que l'ANDRA présente pour la DAC un modèle de fonctionnement global des scellements durant la vie du stockage mais aussi le programme des expérimentations à échelle 1 dès la PIP.

1.7.7) La surveillance : la CNE recommande que l'ANDRA définisse pour la DAC le programme de surveillance et les moyens nécessaires, en fonction des différents types d'ouvrages tout au long du stockage.

1.8) Chiffrage du coût de CIGEO

L'ANDRA annonçait en 2014 un coût de 33 Md d'euros répartis en : 19,8 Md d'investissement, 8,8 pour l'exploitation et 4,1 Md d'impôts et taxes. Les producteurs avançaient un coût de 20 Md.

Après concertation, le coût a été ramené à 30 Md en 2015, avec une première tranche (creusement et PIP) de 5 à 6 Md, les tranches suivantes à 8-9,5 Md, fermeture à 1 Md, jouvence à 4,2 Md, soit un investissement total de près de 20 Md. Les frais de fonctionnement s'ajouteraient pour 9,4 Md.

La Ministre de l'Énergie a tranché en janvier 2016 pour un coût global de 25 Md par arrêté.

La CNE recommandait de prolonger l'exploration de la zone MAVL au delà de la zone concernée par la PIP, ceci n'a pas été chiffré. Par ailleurs, la CNE estime qu'il faudrait clarifier le budget du laboratoire de Bure dans l'avenir.

La CNE reconnaît qu'il est difficile d'estimer le coût d'un tel projet mais que l'important est qu'il y ait un accord sur la première tranche des travaux et qu'il y ait des ré-évaluations périodiques. Ces ré-évaluations devraient se faire tous les 3 à 5 ans pour éviter que les provisions par les producteurs ne subissent une trop forte augmentation en cas de forte modification de l'estimation du coût total. La Cour des Comptes dès 2013

indiquait que le coût du stockage ne représente que 1 à 2 % du coût de production du kWh nucléaire, soit bien moins que 1 % du prix du kWh payé par le consommateur (comprenant la production, les réseaux et les taxes). Enfin, la CNE prend acte du coût arrêté par le ministère mais s'interroge sur les postes qui seront concernés par les coupes. Elle recommande que la 1^{ère} tranche qui fait consensus soit maintenue sans ces considérations budgétaires. La CNE s'inquiète de percevoir, sur les tranches suivantes, des signes de révision à la baisse des redondances et des marges et rappelle que la loi de 2006 indique que « lors de l'examen de la DAC, la sûreté du centre est appréciée au regard des différentes étapes de sa gestion, y compris sa fermeture définitive ».