RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ANDRA

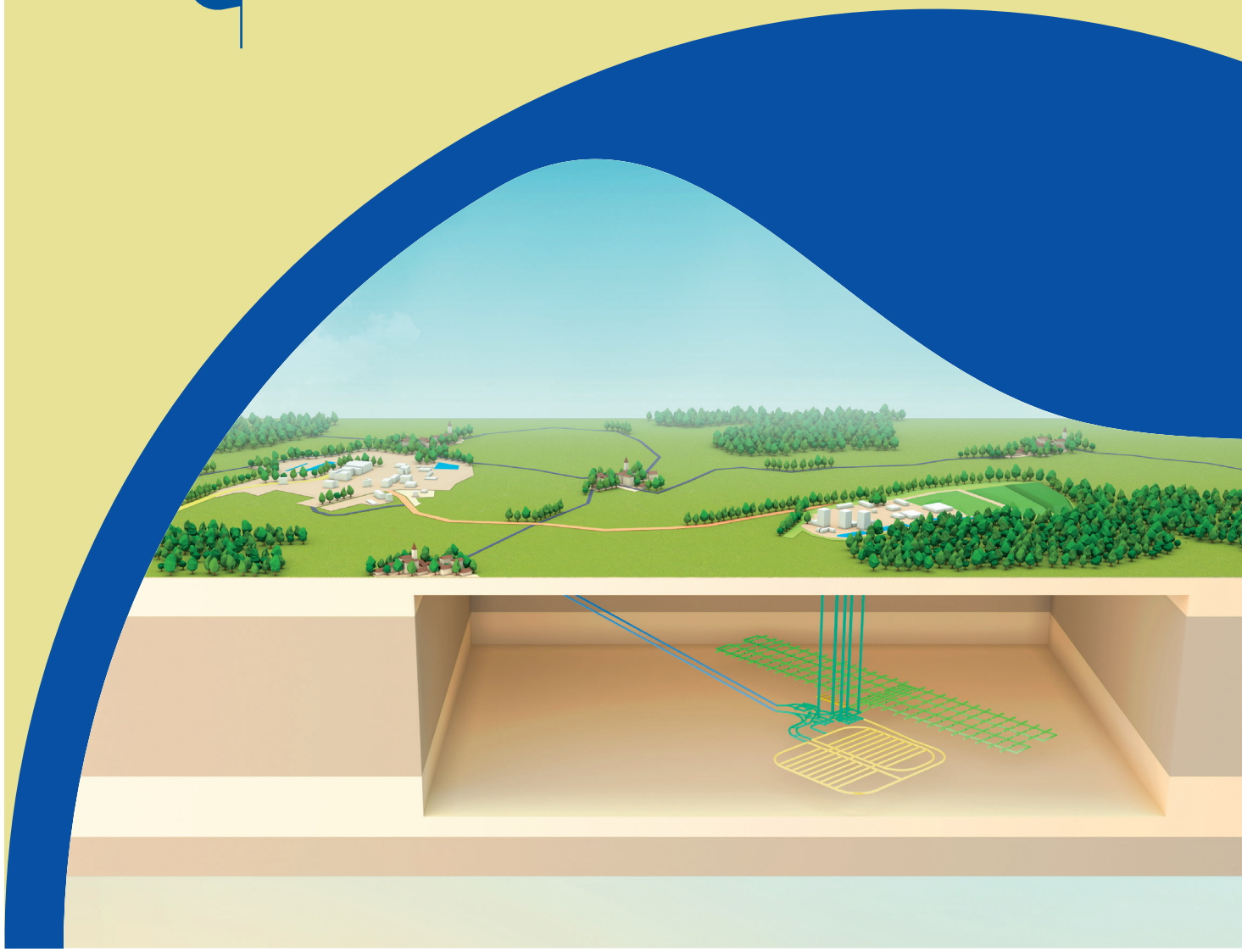
2026

DOSSIER D'AUTORISATION DE CRÉATION DE L'INSTALLATION NUCLÉAIRE DE BASE (INB) CIGÉO

PIÈCE 18

Avis émis sur le projet

ANNEXE – MÉMOIRE EN RÉPONSE À L'AVIS DE L'AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE



MISE À JOUR DU DOSSIER D'AUTORISATION DE CRÉATION POUR ENQUÊTE PUBLIQUE

À la suite de l'instruction technique par l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection et des consultations réglementaires, et avant son passage en enquête publique, des mises à jour ont été apportées par l'Andra dans certaines pièces du dossier (déposé initialement le 16 janvier 2023).

Pour la clarté de l'information, l'Andra assure la traçabilité de ces mises à jour via les moyens suivants :

- des barres grises en marge du texte pour tracer les modifications ou ajouts en amont des consultations réglementaires ;
- un surlignage gris pour tracer les modifications ou ajouts depuis les consultations réglementaires ;
- des tableaux de traçabilité de ces mises à jour.

Les corrections mineures (orthographiques, de forme ou d'imprécision) ne sont pas matérialisées.

Sommaire

1. Cadre juridique et objet du présent mémoire 5

1.1 Cadre juridique de la désignation de l'Autorité environnementale 6

1.2 Avis de l'Autorité environnementale de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable 6

1.3 Objet et structure du présent mémoire en réponse à l'avis de l'Autorité environnementale 7

1.3.1 Objet du présent mémoire en réponse à l'avis de l'Autorité environnementale 7

1.3.2 Structure du présent mémoire en réponse à l'avis de l'Autorité environnementale 7

2. Réponse aux recommandations de l'Autorité environnementale adressées à l'Andra 13

Tables des illustrations 63

Références bibliographiques 65

1

Cadre juridique et objet du présent mémoire

1.1 Cadre juridique de la désignation de l'Autorité environnementale 6

1.2 Avis de l'Autorité environnementale de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable 6

1.3 Objet et structure du présent mémoire en réponse à l'avis de l'Autorité environnementale 7

1.1 Cadre juridique de la désignation de l'Autorité environnementale

L'Autorité environnementale (Ae) compétente pour chaque projet est déterminée selon les critères fixés à l'article R. 122-6 du code de l'environnement, et en particulier à l'article R. 122-6, I, qui énonce :

« L'autorité environnementale mentionnée au V de l'article L. 122-1 est [...] 2° La formation d'autorité environnementale de l'inspection générale de l'environnement et du développement durable : [...]

> *b) Pour les projets qui sont élaborés : [...] - sous maîtrise d'ouvrage d'établissements publics relevant de la tutelle du ministre chargé de l'environnement, ou agissant pour le compte de celui-ci ».*

Ainsi, en application des dispositions de l'article R. 122-6 du code de l'environnement et du fait du statut de l'Andra, établissement public industriel et commercial (EPIC) en application de l'article L. 542-12 du code de l'environnement, l'Autorité environnementale compétente concernant le projet de centre de stockage Cigéo est la formation d'Autorité environnementale de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (Ae-IGEDD).

Comme le précise le site du ministère de la Transition écologique, *« L'avis rendu par cette autorité vise à permettre au maître d'ouvrage d'améliorer son projet, à éclairer la décision d'autorisation, au regard des enjeux environnementaux des projets, plans et programmes. L'avis permet également de faciliter la participation du public à l'élaboration des décisions qui le concernent, conformément à la charte de l'environnement, l'avis étant joint au dossier d'enquête publique ou de la procédure de participation du public par voie électronique* ».

1.2 Avis de l'Autorité environnementale de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable

L'Ae de l'IGEDD a été saisie par le préfet de la Meuse le 17 octobre 2025 sur la base du dossier de demande d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo déposé le 16 janvier 2023 et mis à jour le 6 octobre 2025 à la suite de l'instruction technique par l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR).

L'Ae s'est réunie le 18 décembre 2025 afin de rendre l'avis référencé n° 2025-133 (1) sur la demande d'autorisation de création du centre de stockage Cigéo.

L'avis porte sur :

- « *la qualité de l'étude d'impact [...] et sur la prise en compte de l'environnement par le projet* » ;
- « *le dossier d'autorisation de création qui comprend une version préliminaire de l'étude de sûreté* » ;
- « *l'analyse des risques et des impacts à long et très long termes et le niveau d'information du public* ».

Dans cet avis, l'Ae se prononce sur la qualité du dossier d'autorisation de création *« L'Ae ne peut que se féliciter du caractère très complet, détaillé et de l'analyse en profondeur des différents aspects environnementaux et de sûreté de ce projet. L'Ae n'a rencontré qu'exceptionnellement un dossier de ce niveau. »* et formule 33 recommandations, dont 30 à destination de l'Andra.

1.3 Objet et structure du présent mémoire en réponse à l'avis de l'Autorité environnementale

1.3.1 Objet du présent mémoire en réponse à l'avis de l'Autorité environnementale

Comme prévu par l'article L. 122-1 VI du code de l'environnement, le présent mémoire constitue la réponse écrite du maître d'ouvrage du centre de stockage Cigéo à l'avis délibéré n° 2025-133 de l'Ae de l'IGEDD délivré en application de l'article L. 122-1 V du code de l'environnement (1), dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de création précitée.

Il apporte de manière autoportante les précisions de l'Andra à la suite des différentes recommandations émises par l'Ae de l'IGEDD. Ces précisions n'appellent pas de modification des pièces du dossier qui sera soumis à l'enquête publique.

1.3.2 Structure du présent mémoire en réponse à l'avis de l'Autorité environnementale

L'Andra reprend par ordre d'apparition les recommandations de l'Ae extraites de son avis (1) au chapitre 2 du présent mémoire, et y apporte la réponse à la suite. Certaines recommandations issues de l'avis de l'Ae ne sont pas adressées à l'Andra, mais à l'État, l'ASNR et aux producteurs. L'Andra répond aux recommandations qui lui sont adressées.

Le tableau ci-après établit la correspondance entre les recommandations de l'Ae et les réponses de l'Andra dans le présent mémoire.

Tableau 1-1 Correspondance entre l'avis de l'Ae et le mémoire en réponse de l'Andra

Détail de la recommandation émise par l'Ae	Numérotation	Emplacement de la recommandation dans l'avis de l'Ae	Réponse de l'Andra
L'Ae recommande de compléter le dossier en tenant compte de la troisième PPE et du PNGMDR 2026-2031 avant la consultation du public sur la demande d'autorisation de création.	2025-AE-R1	Chapitre 1.1.2 Principes généraux de conception Page 13 sur 61	p. 14-15
L'Ae recommande d'estimer la superficie maximale qui pourrait être nécessaire pour le stockage des déchets radioactifs en retenant les hypothèses les plus défavorables envisageables sur la durée d'exploitation de Cigéo, et de confirmer sa compatibilité avec les capacités d'accueil de la roche hôte.	2025-AE-R2	Chapitre 1.2.2 Présentation du projet d'ensemble et de ses aménagements Page 19 sur 61	p. 16-17
L'Ae recommande de considérer le projet d'ensemble sur la durée dans un scénario plus inclusif que les seuls inventaires de référence ou de réserve et d'en tirer les conséquences en matière d'évaluation des incidences.	2025-AE-R3	Chapitre 1.2.5 Périmètre du projet Page 25 sur 61	p. 18

Détail de la recommandation émise par l'Ae	Numérotation	Emplacement de la recommandation dans l'avis de l'Ae	Réponse de l'Andra
L'Ae rappelle sa recommandation de voir présentée, dès cette demande d'autorisation de création, les modalités de la surveillance à long terme.	2025-AE-R4	Chapitre 1.2.6 Calendrier réglementaire et technique - consultations du public Page 26 sur 61	p. 19-20
L'Ae recommande : • de prendre en compte les enjeux liés à la transition dans de bonnes conditions entre la phase industrielle pilote et la phase de fonctionnement ; • de définir les conditions de cette transition entre la fin des tests et la décision du législateur.	2025-AE-R5	Chapitre 1.2.6 Calendrier réglementaire et technique - consultations du public Page 27 sur 61	p. 21
L'Ae recommande d'intégrer aux dossiers d'autorisation à venir, et au dossier finalisé de demande d'autorisation de création, les réponses que l'Andra s'est engagée à produire dans les années à venir au fur et à mesure de leur production.	2025-AE-R6	Chapitre 1.3 Procédures relatives au projet Page 28 sur 61	p. 22
L'Ae recommande de prévoir des consultations du public tout au long de la vie du projet Cigéo, d'en préciser le calendrier et d'en prévoir à chaque étape clé (mise en service, revue décennale, fermeture…).	2025-AE-R7	Chapitre 1.3 Procédures relatives au projet Page 28 sur 61	p. 23-24
L'Ae renouvelle également sa recommandation à l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection de prendre les dispositions qui permettent aux citoyens d'avoir accès aux résultats de ses expertises préalablement aux débats qui précèdent ses décisions.	2025-AE-R8	Chapitre 1.3 Procédures relatives au projet Page 28 sur 61	Non traitée Recommandation à destination de l'ASNR
L'Ae recommande d'évaluer et de présenter le bilan coûts-avantages, incluant les incertitudes associées, d'un entreposage de plus longue durée des déchets radioactifs en surface et, le cas échéant, d'en étudier la faisabilité.	2025-AE-R9	Chapitre 2.1 Analyse de la recherche de variantes et du choix du parti retenu Page 30 sur 61	p. 25-26
L'Ae recommande de préciser les conséquences en termes de nombre de colis, d'espacement des alvéoles et de surface totale des emprises souterraines, de l'accueil de l'inventaire de réserve (y compris le plutonium séparé et les combustibles usagés).	2025-AE-R10	Chapitre 2.1 Analyse de la recherche de variantes et du choix du parti retenu Page 31 sur 61	p. 27-29
L'Ae recommande d'évaluer les capacités limites de stockage en fonction de la typologie des déchets, au sein de la Zira et les conditions et conséquence de l'extension de cette zone.	2025-AE-R11	Chapitre 2.1 Analyse de la recherche de variantes et du choix du parti retenu Page 31 sur 61	p. 30-31

Détail de la recommandation émise par l'Ae	Numérotation	Emplacement de la recommandation dans l'avis de l'Ae	Réponse de l'Andra
L'Ae recommande de mettre en avant les paramètres géologiques et hydrogéologiques les plus discriminants au regard de la conception du stockage Cigéo, d'indiquer pour chacun d'eux les valeurs limites à ne pas dépasser sous peine d'une remise en cause de la conception, du caractère significatif ou non de l'impact des paramètres sur la sûreté et de les mettre en perspective avec les valeurs observées, en prenant en compte toute leur variabilité.	2025-AE-R12	Chapitre 2.2.2 Sol, sous-sol, eaux souterraines et superficielles Page 34 sur 61	p. 32-33
L'Ae recommande d'approfondir l'analyse des possibilités d'usage et d'exploitation de ressources du sous-sol à long terme qui pourraient avoir un impact sur le stockage Cigéo, y compris à longue distance (séisme en premier lieu).	2025-AE-R13	Chapitre 2.2.2 Sol, sous-sol, eaux souterraines et superficielles Page 35 sur 61	p. 34
L'Ae recommande d'expliciter dans le dossier soumis à enquête publique (ou de renvoyer aux documents existants donnant ces informations) comment : • sont prises en compte la variabilité et les incertitudes associées aux paramètres hydrauliques thermiques du sous-sol ; • sont définies les marges ou coefficients de sécurité sur ces paramètres et les limites de températures acceptables pour les argilites.	2025-AE-R14	Chapitre 2.2.2 Sol, sous-sol, eaux souterraines et superficielles Page 41 sur 61	p. 35-36
Elle recommande par ailleurs au plus tôt de : • produire des modèles exploitables du fonctionnement hydraulique des Calcaires du Barrois et de l'Oxfordien, avec calage des paramètres hydrauliques ; • délimiter la zone d'influence des installations de surface de Cigéo et les aires d'alimentation des captages susceptibles d'être atteints par une pollution issue des installations du projet d'ensemble Cigéo	2025-AE-R15	Chapitre 2.2.2 Sol, sous-sol, eaux souterraines et superficielles Page 41 sur 61	p. 37-38
L'Ae recommande d'étudier techniquement et réglementairement la faisabilité de l'infiltration des eaux excédentaires au regard des besoins du site et, le cas échéant, de prévoir sa mise en œuvre.	2025-AE-R16	Chapitre 2.2.2 Sol, sous-sol, eaux souterraines et superficielles Page 43 sur 61	p. 39
L'Ae recommande d'esquisser les espaces envisagés pour l'accueil de développement économique et d'évaluer les incidences en matière d'exposition des futures populations concernées aux risques engendrés par le projet.	2025-AE-R17	Chapitre 2.2.2 Sol, sous-sol, eaux souterraines et superficielles Page 43 sur 61	p. 40-42

Détail de la recommandation émise par l'Ae	Numérotation	Emplacement de la recommandation dans l'avis de l'Ae	Réponse de l'Andra
L'Ae recommande d'analyser les risques de feux de forêt et de feux de moisson, leur évolution avec le changement climatique et d'en déduire les incidences sur le projet.	2025-AE-R18	Chapitre 2.2.4 Risques naturels et climat Page 44 sur 61	p. 43
L'Ae recommande de compléter l'analyse des incidences du changement climatique en matière de températures sur les systèmes de ventilation du projet jusqu'à sa fermeture, en particulier lors des périodes de canicule au regard des enjeux de sécurité et de sûreté.	2025-AE-R19	Chapitre 2.2.4 Risques naturels et climat Page 44 sur 61	p. 44
L'Ae recommande de calculer l'excès de risque sanitaire lié aux particules de diamètre inférieur à 2,5 µm.	2025-AE-R20	Chapitre 2.2.5 Autres compartiments environnementaux Page 45 sur 61	p. 45
L'Ae recommande de compléter l'état radiologique d'un suivi du bilan de l'état radiologique dans l'environnement réalisé par l'ASNR.	2025-AE-R21	Chapitre 2.2.5 Autres compartiments environnementaux Page 45 sur 61	p. 46-47
L'Ae renouvelle sa recommandation de compléter l'évaluation des incidences Natura 2000 par l'analyse des incidences cumulées sur les espèces ayant justifié la désignation des sites des carrières du Perthois.	2025-AE-R22	Chapitre 2.3 Évaluation des incidences Natura 2000 Page 46 sur 61	p. 48-49
L'Ae recommande de compléter le dossier par : • un panel plus large des accidents analysés au titre du retour d'expérience, en présentant notamment des accidents ayant des analogies au titre de la co-activité chantier et exploitation et des travaux miniers ; • une mise en perspective plus complète des enjeux identifiés et de leur prise en compte dans le projet Cigéo.	2025-AE-R23	Chapitre 3.1.1 Analyse des retours d'expériences d'installations analogues Page 48 sur 61	p. 50
L'Ae recommande : • à l'Andra de retenir comme scénario de référence le traitement préalable des colis de déchets bitumés visant leur inertage avant stockage ; • au CEA de prioriser les travaux relatifs au programme de R&D associé à la mise en œuvre de ce scénario et d'en rendre compte régulièrement dans le cadre du PNGMDR.	2025-AE-R24	Chapitre 3.1.1 Analyse des retours d'expériences d'installations analogues Page 49 sur 61	p. 51-52

Détail de la recommandation émise par l'Ae	Numérotation	Emplacement de la recommandation dans l'avis de l'Ae	Réponse de l'Andra
L'Ae recommande de vérifier l'absence de PFAS dans les additifs d'extinction d'incendie envisagés sur le centre de stockage ou bien de s'assurer qu'aucun transfert dans l'environnement de ces substances n'interviendra quel que soit le scénario accidentel.	2025-AE-R25	Chapitre 3.1.5 Présentation des dispositions envisagées pour la maîtrise des risques, ainsi que des dispositifs et des moyens de secours Page 50 sur 61	p. 53
L'Ae recommande de confronter la démarche de sûreté à long terme de Cigéo après fermeture avec les méthodes développées dans d'autres domaines techniques et réglementaires traitant de risques à long terme (secteurs miniers, industriels, aérospatial).	2025-AE-R26	Chapitre 3.2.1 Présentation générale de la démarche spécifique de sûreté après fermeture Page 54 sur 61	p. 54-55
L'Ae recommande de poursuivre les expertises croisées et créatives, d'origines et de spécialités diverses, y compris sur des résultats considérés aujourd'hui comme acquis.	2025-AE-R27	Chapitre 3.2.3 Conclusion sur la sûreté après fermeture du site Page 57 sur 61	p. 56
Elle recommande par ailleurs d'élargir le champ de l'analyse des risques anthropiques à long terme et d'approfondir les connaissances et la prise en compte des incertitudes sur la conductivité thermique	2025-AE-R28	Chapitre 3.2.3 Conclusion sur la sûreté après fermeture du site Page 57 sur 61	p. 57
L'Ae recommande de comparer le niveau de couverture des coûts aux provisions constituées, ainsi que le délai restant aux producteurs pour atteindre une couverture totale par site de production.	2025-AE-R29	Chapitre 4.1 Garanties financières Page 58 sur 61	Non traitée Recommandation à destination de l'État
L'Ae recommande à l'Andra : • de compléter le dossier afin d'y intégrer une présentation synthétique des coûts du projet ; • d'évaluer les coûts d'une fermeture anticipée de Cigéo, comprenant notamment une récupération des colis, ainsi que les opérations ayant une incidence sur la réversibilité ; • d'estimer les coûts nécessaires au stockage de l'inventaire de réserve, au niveau de connaissance actuel de sa faisabilité.	2025-AE-R30	Chapitre 4.1 Garanties financières Page 59 sur 61	p. 58

Détail de la recommandation émise par l'Ae	Numérotation	Emplacement de la recommandation dans l'avis de l'Ae	Réponse de l'Andra
Elle recommande à l'État : • d'intégrer dans le cadre programmatique (PNGMDR et PPE notamment) les coûts de la prise en charge de l'inventaire de réserve dans l'évaluation des incidences des diverses options ; • de préciser les modalités de sécurisation du financement de l'extension du stockage afin de prendre en compte l'inventaire de réserve, notamment par rapport aux options relatives au stockage du plutonium et des combustibles usagés, dans des délais compatibles avec la capacité des producteurs à faire porter la charge sur la vente d'énergie.	2025-AE-R31	Chapitre 4.1 Garanties financières Page 59 sur 61	Non traitée Recommandation à destination de l'État
L'Ae recommande d'évaluer les surcoûts de réversibilité pour chacune des options retenues, y compris celles visant la sûreté d'exploitation.	2025-AE-R32	Chapitre 4.2 Garantie de réversibilité, mise en œuvre et coûts induits Page 60 sur 61	p. 59-60
L'Ae recommande à l'Andra d'évaluer le coût de retrait des déchets entreposés pendant la phase pilote, et à l'État de définir les modalités de provisionnement de ces opérations.	2025-AE-R33	Chapitre 4.2 Garantie de réversibilité, mise en œuvre et coûts induits Page 60 sur 61	p. 61

La présente annexe est établie dans le cadre de la mise à jour du dossier soumis à enquête publique. Par conséquent, il a été décidé de ne pas faire apparaître le surlignage gris destiné à identifier les modifications.

2

Réponse aux recommandations de l'Autorité environnementale adressées à l'Andra

2025-AE-R1	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande de compléter le dossier en tenant compte de la troisième PPE et du PNGMDR 2026-2031 avant la consultation du public sur la demande d'autorisation de création.***
Réponse Andra	L'Andra partage l'enjeu d'articulation du dossier avec la PPE et le PNGMDR et souligne à ce titre que le dossier de demande d'autorisation de création de l'INB Cigéo prend en compte les orientations les plus récentes de politique énergétique, au travers des études dites « d'adaptabilité ». Celles-ci ont notamment été complétées dans le dossier mis à jour pour les consultations réglementaires en intégrant les orientations de la 3e programmation pluriannuelle de l'énergie. Conformément aux dispositions prévues par le code de l'environnement, la demande d'autorisation de création de l'INB Cigéo porte sur la création d'une installation conçue pour le stockage des déchets de l'inventaire de référence. Afin de tenir compte des *« incertitudes liées notamment à la mise en place de nouvelles filières de gestion de déchets ou à des évolutions de politique énergétique »*, le code de l'environnement demande que Cigéo soit *« également conçu pour être en mesure d'accueillir les substances qui figurent à l'inventaire de réserve, sous réserve le cas échéant d'évolutions dans sa conception »*. Le décret d'autorisation de création n'a pas vocation à autoriser le stockage des déchets de l'inventaire de réserve. En revanche, les études dites « d'adaptabilité » sont jointes au dossier de demande d'autorisation de création (DAC), conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) formulée (2) lors de l'instruction du dossier d'option de sûreté (3, 4), et apportent la justification du caractère adaptable du stockage à la prise en charge de cet inventaire de réserve. Afin d'apporter la démonstration de l'adaptabilité du stockage en tenant compte des orientations les plus récentes de politique énergétique, l'Andra a complété l'inventaire de réserve en y intégrant les déchets qui résulteraient de l'exploitation de six réacteurs de type EPR2 ainsi que de la prolongation de l'exploitation des réacteurs du parc actuel à 60 ans. Ces éléments complémentaires, cohérents avec le contenu de la 3e programmation pluriannuelle de l'énergie publiée le 13 février 2026, ont été instruits par l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection lors de l'instruction technique et ont été intégrés au dossier mis à jour en vue des consultations réglementaires et de l'enquête publique menées dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de création. Plus largement, le cadre existant en France pour la gestion des déchets radioactifs requestionne périodiquement les solutions de gestion au regard des évolutions de politique énergétique en associant le public et les parties prenantes. En effet, au-delà des décisions déjà intégrées aux études d'adaptabilité, la politique énergétique française est révisée tous les cinq ans. Des évolutions de politique énergétique surviendront tout au long de la construction et du fonctionnement de l'INB Cigéo, bien au-delà de l'obtention, le cas échéant, de l'autorisation de création de l'installation, et ce quelle que soit la date de délivrance de celle-ci.

2025-AE-R1	
	L'impact en matière de gestion des déchets des évolutions futures de politique énergétique sera examiné dans le cadre des Plans nationaux de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) successifs (eux aussi révisés tous les cinq ans en cohérence avec la PPE), en lien avec les parties prenantes. Le public a été par ailleurs associé à cette question dans le cadre du débat public organisé entre septembre 2025 et février 2026 pour l'élaboration du 6e PNGMDR[1] et dont un des axes concerne la question suivante : comment assurer une planification résiliente de la gestion des matières et des déchets radioactifs dans le contexte de projets nouveaux visant à relancer la filière nucléaire ? En outre, puisque la demande d'autorisation de création vise le stockage des déchets de l'inventaire de référence, une modification de l'inventaire des déchets stockés au-delà de celui qui sera encadré par le décret d'autorisation de création se ferait dans le cadre de nouvelles procédures d'autorisation incluant une participation du public. Dans son rapport « travaux relatif au nouveau nucléaire » (5), étudiant entre autres l'impact sur les différentes filières de gestion des déchets de la construction de 6 EPR2, le gouvernement indiquait à ce titre que les demandes d'autorisation éventuelles en vue de stocker ces déchets se feraient dans le cadre des processus démocratiques et réglementaires requis. L'ASNR a confirmé l'approche retenue par l'Andra et le contenu des inventaires présentés au stade de la demande d'autorisation de création. Dans son avis n° 2025-AV-003, du 4 mars 2025 relatif aux enjeux et aux orientations à considérer dans le cadre de la préparation du 6e Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (6), l'ASNR indiquait que *« la prise en compte, dès à présent, des déchets générés par les futurs réacteurs dans l'inventaire de référence de Cigéo n'est pas nécessaire sur le plan technique ».* L'ASNR a également confirmé l'enjeu de traiter les évolutions futures de politique énergétique post-autorisation de création de l'INB Cigéo. Ainsi, dans son rapport d'expertise IRSN N° 2024-00212 (7) l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) *« encourage l'Andra à poursuivre, après l'obtention de l'autorisation de création de Cigéo le cas échéant, la prise en compte des évolutions possibles des scénarios industriels prospectifs utilisés pour établir l'inventaire de réserve, afin d'évaluer l'adaptabilité de l'installation à ces évolutions, sur la base d'études de sûreté associées* ». En conclusion, le volet « adaptabilité » du dossier de demande d'autorisation de création de l'INB Cigéo a été complété en vue de l'enquête publique afin de tenir compte les orientations les plus récentes de politique énergétique. Si l'autorisation de création de l'INB Cigéo est délivrée, l'association du public et des parties prenantes continuera par ailleurs à être assurée au travers des dispositifs encadrant la gestion des déchets radioactifs (PNGMDR) dont la périodicité de cinq ans permet d'intégrer régulièrement les évolutions futures de politique énergétique et des procédures réglementaires applicables en cas d'évolution d'inventaire de l'INB Cigéo. Cette démarche est en accord avec les demandes de l'ASNR exprimées tant dans le cadre de l'élaboration du futur PNGMDR que de l'instruction technique de la demande d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo.

[1] Les informations relatives au débat public pour l'élaboration du 6e PNGMDR sont disponibles sur le site internet de la CNDP : https://www.debatpublic.fr/gestion-matieres-et-dechets-radioactifs

2025-AE-R2	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande d'estimer la superficie maximale qui pourrait être nécessaire pour le stockage des déchets radioactifs en retenant les hypothèses les plus défavorables envisageables sur la durée d'exploitation de Cigéo, et de confirmer sa compatibilité avec les capacités d'accueil de la roche hôte.***
Réponse Andra	L'Andra prend acte de cette recommandation et précise qu'en cohérence avec les orientations fixées par le PNGMDR, les études d'adaptabilité figurant dans le dossier de demande d'autorisation de création prennent en compte l'impact de scénarios contrastés d'évolution de la politique énergétique ou les incertitudes sur la mise en place de certaines filières de gestion des déchets. Ces études d'adaptabilité visent à avoir la raisonnable assurance que la démonstration de sûreté pourrait être apportée si le stockage de ces déchets était décidé et traitent notamment des impacts sur la durée de fonctionnement et l'architecture du stockage. Elles figurent dans le volume 12 de la version préliminaire du rapport de sûreté (pièce 7 « Version préliminaire du rapport de sûreté » du présent dossier de demande d'autorisation de création (DAC) (8)) et une synthèse des éléments en lien avec les recommandations de l'Ae est présentée en réponse à la recommandation 2015-AE-R12. L'Andra apporte en outre les précisions suivantes. Les grandes orientations des scénarios à étudier au titre des différents exercices prospectifs en lien avec la gestion des matières et déchets radioactifs sont définies par le PNGMDR, qui les a fixées dans l'action « POL2 » pour le PNGMDR en vigueur. L'inventaire de référence pour lequel l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo est conçue ne correspond pas à un scénario « minimaliste » mais au scénario constituant la trajectoire de référence lors de la conception de Cigéo : il prend en compte les installations déjà autorisées et la trajectoire correspondant aux orientations de la politique énergétique à savoir viser la fermeture du cycle du combustible. L'Autorité environnementale évoque en outre plusieurs autres hypothèses que celles considérées pour l'élaboration de l'inventaire de réserve et notamment un scénario d'arrêt du nucléaire impliquant le reclassement de certaines matières en déchets. L'inventaire de réserve prend en compte, le reclassement en déchet de tout ou partie des combustibles usés. Au cours de l'instruction technique de la demande d'autorisation de création, l'Andra s'est également engagée à établir et transmettre à l'ASNR *« en amont de l'enquête publique, une feuille de route pour la réalisation d'étude complémentaire relative à la faisabilité du stockage du Pu séparé et des rebuts de Mox ».* Pour les autres matières citées par l'Autorité environnementale, en réponse à l'article 7 de l'arrêté du 9 décembre 2022 (9) associée à la 5e édition du PNGMDR (10) l'Andra a défini des scénarios de stockage incluant notamment l'uranium appauvri et l'uranium de retraitement. Ces scénarios ne prévoient pas leur stockage dans Cigéo. Ils ont été construits en cohérence avec la stratégie de gestion des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) du fait des caractéristiques de ces matières qui se rapprochent de cette catégorie de déchets. Les études consistant à anticiper un éventuel reclassement de ces matières en déchets sont ainsi aujourd'hui fondées sur les connaissances du stockage à faible profondeur dans un milieu argileux et non sur l'hypothèse d'un stockage géologique au sein de l'INB Cigéo. Elles ne sont donc pas prises en compte dans l'inventaire de réserve.

2025-AE-R2	
	Les hypothèses des scénarios pris en compte pour la définition des inventaires de référence et de réserve de Cigéo, support au dossier de demande d'autorisation de création (DAC), sont cohérentes avec les grandes orientations définies par le PNGMDR en vigueur pour constituer les scénarios « dimensionnants » dans les différents exercices prospectifs à mener en matière de gestion des matières et déchets radioactifs. L'Andra a intégré également l'impact de la construction éventuelle de six réacteurs EPR2 dans ses études d'adaptabilité, dans la suite des études menées à la demande de la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) en préalable à la décision de leur lancement. L'inventaire de réserve couvre ainsi un large panel d'incertitudes tant sur le développement de certaines filières de gestion (en intégrant le stockage éventuel d'une partie de déchets FA-VL pour lesquels la solution de référence est le stockage à faible profondeur) que sur d'éventuels changements dans la stratégie de retraitement en étudiant la recatégorisation en déchets des combustibles usés. Dans le cadre de l'élaboration des PNGMDR successifs, si les scénarios à intégrer pour décliner les exercices prospectifs évoluent, l'Andra en tiendra compte pour continuer à apporter les éléments permettant d'éclairer l'impact des décisions de politique énergétique sur les enjeux de gestion des déchets. En ce qui concerne la capacité de la roche hôte, des précisions sont apportées dans la réponse à la recommandation 2025-AE-R11.

2025-AE-R3	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande de considérer le projet d'ensemble sur la durée dans un scénario plus inclusif que les seuls inventaires de référence ou de réserve et d'en tirer les conséquences en matière d'évaluation des incidences.***
Réponse Andra	Comme évoqué dans la réponse à la recommandation 2024-AE-R2, les hypothèses des scénarios pris en compte pour la définition des inventaires de référence et de réserve support au dossier de demande d'autorisation de création (DAC) sont issues de la déclinaison des orientations définies par le PNGMDR en vigueur. Pour constituer les scénarios « dimensionnants » dans les différents exercices prospectifs à mener en matière de gestion des matières et déchets radioactifs, l'Andra a complété ces scénarios en vue de l'enquête publique en intégrant également l'impact de la construction éventuelle de six réacteurs EPR2 dans ses études d'adaptabilité. Les objectifs des études d'adaptabilité fixés par l'ASNR à l'issue de l'instruction du dossier d'options de sûreté (DOS) de l'INB Cigéo (lettre CODEP-DRC-2018-001635 (2)), en cohérence avec le code de l'environnement et les demandes du PNGMDR, sont de *« permettre d'avoir la raisonnable assurance que la démonstration de sûreté pourra, le cas échéant, être confirmée pour les déchets de l'inventaire de réserve ».* Dans cet objectif, une analyse détaillée des incidences en matière de sûreté après fermeture du stockage a été réalisée et est présentée dans le volume 12 de la version préliminaire du rapport de sûreté (pièce 7 Version préliminaire du rapport de sûreté du dossier de demande d'autorisation de création (DAC)). De manière complémentaire, une analyse qualitative de l'impact de la conception sur la protection de l'environnement a été réalisée et est présentée dans ce même volume. En lien avec l'objectif des études d'adaptabilité, cette analyse permet de conclure que les incidences résiduelles sur les personnes et l'environnement liées au stockage de l'inventaire de réserve restent du même niveau que les incidences résiduelles liées au stockage de l'inventaire de référence, avec toutefois une prolongation de quelques dizaines d'années de plus par rapport à la référence.

2025-AE-R4	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae rappelle sa recommandation de voir présentée, dès cette demande d'autorisation de création, les modalités de la surveillance à long terme.***
Réponse Andra	L'Andra partage la préoccupation de l'Ae relative à la surveillance à long terme et précise que la description des opérations de fermeture et de démantèlement, et les incidences de l'INB Cigéo après fermeture, notamment la phase de surveillance à long terme sont présentées dans le chapitre 18 du volume IV de l'étude d'impact du présent dossier de demande d'autorisation de création (DAC (11)). Ce volume intègre les réponses apportées à ce sujet dans le mémoire en réponse à l'avis de l'Ae sur le dossier d'autorisation environnementale de la tranche de travaux DR0 en ce qui concerne les modalités de surveillance à long terme (cf. Chapitre 18.2.4.1 Modalités dès la phase de construction initiale et chapitre 18.2.4.2 Modalités durant la phase de surveillance). Ces modalités correspondent au niveau de détail requis au stade de la demande d'autorisation de création et les modalités précises de la surveillance seront progressivement définies en cohérence notamment avec les jalons des engagements pris au cours de l'instruction technique. La surveillance de l'environnement après la décision d'autorisation de fermeture du centre de stockage s'inscrira dans la continuité de la surveillance de l'environnement mise en place au cours de l'exploitation du centre de stockage Cigéo, dont elle intégrera par ailleurs les enseignements. Son ampleur sera adaptée à cette phase en intégrant l'ensemble des réglementations qui seront alors en vigueur. L'étude d'impact du présent dossier de demande d'autorisation de création précise également que la stratégie de surveillance retenue par l'Andra prévoit la mise en place de dispositions de surveillance dès la phase de construction initiale, notamment afin de s'assurer du bon comportement des différents composants naturels contribuant à la sûreté après la fermeture du stockage. La description de la stratégie de surveillance de l'Andra est cohérente avec le niveau de détail requis au stade d'une demande d'autorisation de création, visant à démontrer que les *« principes généraux proposés pour l'entretien et la surveillance des installations après leur fermeture sont de nature à prévenir ou à limiter de manière suffisante les risques ou inconvénients que l'installation présente »* (article L. 593-7). Du fait du lien avec les mesures de surveillance en exploitation, des dispositions seront cependant précisées dès la phase d'exploitation et sans attendre la phase de surveillance du centre de stockage qui interviendra après la loi autorisant la fermeture définitive de l'INB Cigéo (article L. 542-10-1 du code de l'environnement) et dans le cadre de laquelle des prescriptions détaillées seront définies par l'ASNR pour autoriser le passage en phase de surveillance (articles L. 593-25 à L. 593-30).

2025-AE-R4	
	Cette stratégie de définition progressive des modalités précises de la surveillance intégrant le retour d'expérience et l'avancée des techniques, est cohérente avec les demandes issues de l'instruction menée par l'ASNR qui indiquait notamment : • dans son rapport d'expertise IRSN 2024-00623 (12) que les dispositions de surveillance des ouvrages sont à préciser avant la construction de ceux-ci, du fait notamment que *« la définition précise des moyens de surveillance est dépendante de choix de conception et inversement, et […] que ces choix peuvent encore être modifiés avant la construction de certains ouvrages, par exemple au regard des résultats de démonstrateurs. » ;* • dans son rapport d'expertise IRSN 2024-00623 que les paramètres clés associés à chaque composant important pour la protection que l'Andra prévoit de surveiller durant la phase d'exploitation, ainsi que les dispositions de surveillance associées, devront être présentés « *avant le début des travaux de creusement* » ; • dans son rapport d'expertise 2024-00212 (7) que « *l'Andra devra, préalablement à la mise en service lors de la phase pilote, présenter les résultats de la nouvelle campagne de caractérisation de l'état initial radiologique et chimique de l'environnement* » et que celle-ci devra être réalisée « *à l'aide des meilleures techniques disponibles* ». L'Andra a pris à ce titre plusieurs engagements concernant la définition de ces modalités de surveillance en lien avec la sûreté long terme du stockage aux échéances requises par l'ASNR et a proposé qu'un des objectifs de phase industrielle pilote soit de déployer progressivement la surveillance, prévoyant notamment une analyse et la capitalisation des résultats de la surveillance pour la mise en service, puis pour le bilan de la Phipil en vue des étapes ultérieures du stockage.

2025-AE-R5	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande :*** • ***de prendre en compte les enjeux liés à la transition dans de bonnes conditions entre la phase industrielle pilote et la phase de fonctionnement ;*** • ***de définir les conditions de cette transition entre la fin des tests et la décision du législateur.***
Réponse Andra	L'Andra partage l'existence d'enjeux relatifs à la gestion de la fin de la phase industrielle pilote et apporte les précisions suivantes. Il n'y a pas d'opposition entre la phase de fonctionnement et la phase pilote, la phase industrielle pilote couvrant les premières années de fonctionnement. En effet, la réglementation actuelle fixe bien que la phase industrielle pilote couvre le début de l'exploitation de l'INB Cigéo. L'article L. 542-10-1 du code de l'environnement dispose que *« L'exploitation du centre débute par une phase industrielle pilote ».* La phase industrielle pilote (Phipil) se poursuit au-delà de la mise en service, puisque le même article indique que *« l'autorisation de mise en service mentionnée à l'article L. 593-11 est limitée à la phase industrielle pilote ».* C'est là la spécificité de Cigéo, puisque contrairement à une INB classique, la mise en service de l'INB sera limitée à une première phase ; une loi et une décision de l'ASNR sont nécessaires pour poursuivre l'exploitation, dans les conditions qui seront fixées par ces textes. Les visions de l'ASNR et de l'Andra présentées dans l'avis de l'Ae concordent puisque l'ASNR indique bien dans son rapport IRSN 2024-00623 que la phase industrielle pilote couvre *« construction et début de fonctionnement »* (12). L'Andra a souligné l'enjeu de la continuité de l'exploitation durant la phase qui se situe entre la remise du rapport de fin de phase industrielle pilote et la mise en service complète de l'installation si celle-ci est autorisée. Cet enjeu a également été noté par l'IRSN, qui indiquait, dans son rapport d'expertise établi dans le cadre du GP2 (rapport IRSN 2024-00623) de l'instruction technique de la demande d'autorisation de création, « *que les arrêts et redémarrages d'une installation sont des phases sensibles en termes de sûreté et que la continuité des opérations nucléaires est donc à rechercher* ». Ce point a été repris dans l'avis sur le GP2 du groupe permanent d'experts pour les déchets sollicité par l'ASNR (13). En application du PNGMDR, l'Andra a proposé des objectifs et critères de réussite de la phase industrielle pilote (14). La proposition de l'Andra concernant la continuité de l'exploitation entre la remise du rapport de synthèse de la Phipil et la mise en service complète de l'installation vise à ce que l'exploitation puisse se poursuivre durant cette période dans les conditions autorisées lors de l'autorisation de mise en service initiale. Ainsi, même s'il est difficile de présager du délai nécessaire au vote de la loi prévue par le code de l'environnement et à la prise de décision par l'ASNR quant à la mise en service complète, cette continuité resterait encadrée par les conditions fixées par l'autorisation de mise en service initiale. L'Andra souligne enfin que la prise en compte de cette recommandation ne relève pas directement de sa responsabilité. En effet, conformément aux dispositions de l'article D. 542-90 du code de l'environnement et de l'action nommée HAMAVL.6 du PNGMDR, l'Andra a proposé les objectifs et les critères de réussite de la phase industrielle pilote. L'Andra a proposé dans ce cadre *« que la continuité de l'exploitation entre la remise du rapport de synthèse de la Phipil et la mise en service complète de l'installation se poursuive dans les conditions autorisées lors de la première autorisation de mise en service initiale ».* Les objectifs et critères de réussite proposés par l'Andra ont été présentés devant la commission de gouvernance du PNGMDR, comme prévu par l'art. 36 de l'arrêté du 9 décembre 2022 (9) *« en vue de recueillir son avis en amont de la finalisation du processus réglementaire d'autorisation »* et *« ces éléments permettront d'alimenter les éditions successives du PNGMDR »* car c'est dans ce cadre que les conditions de cette transition pourront être précisées.

2025-AE-R6	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande d'intégrer aux dossiers d'autorisation à venir, et au dossier finalisé de demande d'autorisation de création, les réponses que l'Andra s'est engagée à produire dans les années à venir au fur et à mesure de leur production.***
Réponse Andra	L'Andra a pris en compte cette recommandation *via* les engagements pris auprès de l'ASNR qui sont en cohérence avec le développement du projet. Les engagements correspondent globalement à des échéances du projet : par exemple début des creusements, mise à jour de la version préliminaire du rapport de sûreté, fin de la phase industrielle pilote… ; les réponses aux engagements seront donc produites en respectant les échéances respectives annoncées à l'ASNR. Concernant en particulier les engagements pris pour l'échéance de l'enquête publique de la demande d'autorisation de création de l'INB, l'ensemble des réponses a été transmis à l'ASNR et les éléments nécessaires intégrés à la mise à jour du dossier de demande d'autorisation de création (cf. Annexe - Synthèse des réponses aux engagements à échéance pour enquête publique de la pièce 18). L'Andra poursuivra son suivi rigoureux des réponses aux engagements dont la temporalité se situe au-delà du décret d'autorisation de création, et les intégrera aux mises à jour à venir des dossiers (en particulier l'échéance de mise à jour de la version préliminaire du rapport de sûreté). Elle tiendra par ailleurs compte des éventuelles prescriptions qui seront fixées par l'ASNR en application du décret de demande d'autorisation de création (DAC).

2025-AE-R7	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande de prévoir des consultations du public tout au long de la vie du projet Cigéo, d'en préciser le calendrier et d'en prévoir à chaque étape clé (mise en service, revue décennale, fermeture…).***
Réponse Andra	Comme le souligne l'Ae, la participation du public constitue une condition essentielle de la légitimité et de la confiance accordée au projet Cigéo, au regard de sa durée, de ses enjeux sociétaux et des attentes exprimées par les citoyens, en particulier les riverains du territoire d'implantation. À ce titre, l'Andra continuera à associer le public au développement de Cigéo, au-delà des obligations réglementaires garantissant la participation du public et qui jalonneront la vie du projet dans la continuité de ce qui a été mis en œuvre depuis plus de 30 ans (par exemple : enquêtes publiques, participation du public par voie électronique, consultations dématérialisées…). Cette démarche est décrite dans le plan directeur de l'exploitation (cf. Pièce 16 Plan directeur de l'exploitation du dossier de demande d'autorisation de création (DAC) (15)) et en particulier son chapitre 3 qui traite spécifiquement de la gouvernance du centre de stockage. Cette ambition se traduira par des échanges continus et programmés, articulés avec les principales étapes de décision et d'évolution du projet, à l'échelle locale et nationale : mise à jour du plan directeur de l'exploitation (PDE), revues périodiques de réversibilité, loi relative aux conditions de poursuite du stockage, réexamens de sûreté. À ce titre, la future commission locale d'information (Cli) de Cigéo sera l'une des parties prenantes clés et jouera un rôle central lors de ces échanges. Le plan directeur de l'exploitation (PDE) constitue le cadre structurant de cette démarche. Conçu comme un document évolutif, il sera mis à jour et nourri tous les cinq ans par les échanges avec le public et les parties prenantes, tel que prévu par la loi du 25 juillet 2016 (16) et inscrit dans le code de l'environnement[2]. L'Andra propose que ces mises à jour soient réalisées en articulation avec les éditions successives du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR), afin d'assurer la cohérence entre ces documents. Les réexamens périodiques de sûreté, prévus pour les installations nucléaires de base, constituent également des jalons majeurs de la vie de l'installation. Ils permettent de réévaluer régulièrement la sûreté du centre de stockage au regard du retour d'expérience, de l'évolution des connaissances et des exigences réglementaires. À ce titre, le PDE précise que *« l'Andra engagera des actions d'information du public et des parties prenantes »* relatives au premier réexamen de sûreté et que *« au-delà de la Phipil, les exercices de réexamens périodiques de la sûreté perdureront. Ils constitueront des opportunités complémentaires d'analyse collective de la sûreté du centre de stockage Cigéo ».*

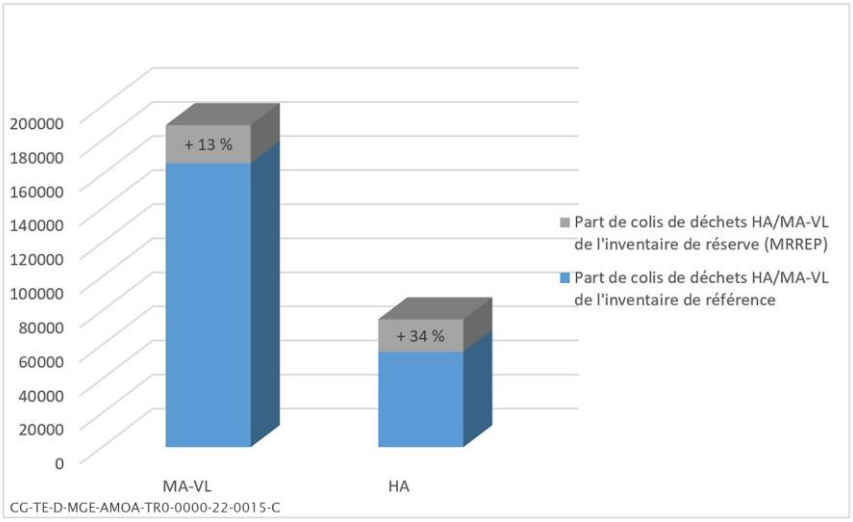
[2] Alinéa 5 de l'article L542-10-1 du code de l'environnement : *« Afin de garantir la participation des citoyens tout au long de la vie d'une installation de stockage en couche géologique profonde, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs élabore et met à jour, tous les cinq ans, en concertation avec l'ensemble des parties prenantes et le public, un plan directeur de l'exploitation de celle-ci ».*

2025-AE-R7	
	Dans le cadre de la 5e édition du PNGMDR (10), l'Andra a publié en 2025 un rapport relatif à la gouvernance de Cigéo pendant la phase industrielle pilote (17), où elle émet plusieurs propositions portant sur l'association du public. En effet, au même titre que les essais dans l'installation pour les aspects techniques, la phase industrielle pilote contribuera à la mise en place de pratiques permettant au public et aux parties prenantes de suivre la construction et le fonctionnement du centre de stockage. Le contenu de ce rapport est lui-même issu des enseignements des concertations menées par l'Andra sur la phase industrielle pilote de Cigéo entre 2021 et 2024 (18, 19), conduites sous l'égide de garants de la Commission nationale du débat public (CNDP). Au-delà des dispositifs réglementaires l'Andra prévoit de : • poursuivre les démarches d'information, de sensibilisation et de diffusion de la culture scientifique destinées au grand public, menées par l'Andra tant à l'échelle locale que nationale, selon des modalités d'information variées et adaptées aux différents publics ; • mettre en œuvre des actions spécifiques d'information et de dialogue avec le public et les parties prenantes durant la phase de construction initiale de l'INB : poursuite du groupe de suivi chantier[3], présentation des échéances annuelles liées aux travaux sur le territoire et poursuite de l'organisation de rendez-vous de partage annuels avec les parties prenantes locales ; • participer aux groupes de travail nationaux du Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) et du PNGMDR au suivi de la gouvernance de Cigéo. Les principales étapes d'évolution du projet Cigéo donneront ainsi lieu à des temps réguliers d'information et de participation du public.

[3] Composé de riverains au projet et mis en place en 2023, ce groupe émet des recommandations sur les questions liées à l'organisation des premiers chantiers et à l'information du public.

2025-AE-R9	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande d'évaluer et de présenter le bilan coûts-avantages, incluant les incertitudes associées, d'un entreposage de plus longue durée des déchets radioactifs en surface et, le cas échéant, d'en étudier la faisabilité.***
Réponse Andra	La catégorisation des déchets et donc leur filière de stockage reposent sur un ensemble de paramètres. Les principales caractéristiques radiologiques conditionnant le choix de la filière de stockage des déchets sont l'activité massique et la période (ou demi-vie) des radionucléides qu'ils contiennent, le dégagement thermique et les débits de dose. Si une période d'entreposage permet effectivement une décroissance de l'activité et de la puissance thermique, les temporalités mentionnées par l'Ae (de 100 ans à 150 ans) ne permettent cependant pas de rendre les caractéristiques des déchets HA comparables à celles des déchets MA-VL. En effet, en se fondant uniquement sur la décroissance de l'activité massique des colis de déchets HA, la quasi-totalité de ceux-ci atteint une activité massique comprise entre 10^6 Bq/g et 10^9 Bq/g définissant la catégorie MA-VL après 1 000 ans de stockage dans l'INB Cigéo à partir de 2080. En se fondant sur la décroissance de leur puissance thermique, les colis de déchets HA atteignent une puissance thermique de l'ordre de 60 W après 500 ans à 800 ans de décroissance selon les caractéristiques des déchets considérés. À titre de comparaison, les spécifications d'acceptation pour les colis MA-VL imposent une puissance maximale entre 8 W et 60 W (valeurs dépendant de la géométrie en alvéole et du spectre de décroissance des colis). Ceci est notamment dû au fait que la décroissance thermique est beaucoup plus rapide pendant les premières dizaines d'années après la production des colis. La pièce 6 - Étude d'impact du projet global Cigéo présente une justification du choix du stockage géologique des déchets radioactifs HA et MA-VL au regard de plusieurs options alternatives. Par ailleurs dans le cadre du mémoire en réponse à l'avis de l'Ae émis dans le cadre de l'instruction du dossier d'autorisation environnementale du jalon DR0, l'Andra avait apporté des éléments de réponse sur la question du prolongement de l'entreposage et l'étude d'impact a été complétée pour rappeler qu' « une évaluation socio-économique du projet Cigéo a été réalisée dans le cadre du dossier de déclaration d'utilité publique. Cette évaluation, publiée en 2021, met en évidence l'opportunité sociétale d'engager le projet Cigéo dès à présent. » (20). L'Andra apporte à ce sujet les précisions suivantes. Le prolongement de l'entreposage est parfois évoqué comme une solution permettant de reporter de plusieurs dizaines d'années le choix du mode de gestion à caractère définitif et de poursuivre dans l'intervalle les recherches sur de nouvelles voies de gestion définitives ou, dans le cas de l'option évoquée par l'Ae, d'envisager une optimisation du stockage. Cependant, un décalage de la mise en œuvre de Cigéo reporterait la charge de la gestion définitive sur les générations futures, alors que le stockage en couche géologique profonde, comme Cigéo, requiert des moyens financiers et techniques d'ores et déjà disponibles en raison de l'existence de l'industrie électronucléaire actuelle, adossée à un important secteur de recherches nucléaires. Par ailleurs, si ce décalage s'accompagne d'une possible optimisation du stockage sur le plan de sa conception et son dimensionnement, les gains ne seraient significatifs qu'après un entreposage préalable au stockage long puisque le rapprochement des caractéristiques des déchets HA et des déchets MA-VL tel que mentionné par l'Ae ne se produit qu'après plusieurs centaines d'années d'entreposage.

2025-AE-R9	
	L'évaluation socio-économique du projet Cigéo réalisée dans le cadre du dossier de déclaration d'utilité publique et publiée en 2021 (21), a effectué le bilan coûts-avantages des différentes options de gestion des déchets HA et MA-VL appelé par l'Ae. Il met en évidence l'opportunité sociétale d'engager le projet Cigéo dès à présent. Une option de cette évaluation socio-économique correspond au choix de laisser les colis de déchets en entreposage, de reporter les premiers investissements liés à Cigéo et de faire bénéficier de façon conséquente la R&D d'options de gestion alternatives. Les résultats de cette évaluation socio-économique mettent en évidence qu'un tel report peut conduire *in fine* à une impossibilité de sortir de l'option de gestion temporaire que constitue l'entreposage des déchets radioactifs, nécessitant ainsi le renouvellement des installations temporaires d'entreposage et un contrôle sociétal continu tout au long de la durée de vie des déchets. Ceci constitue bien une incertitude majeure pour l'option évoquée par l'Ae. Le Secrétariat général pour l'investissement (SGPI) a rendu un avis « *favorable, tant pour le projet dans sa globalité que pour son volet transport* » sur l'évaluation socio-économique du projet Cigéo. Cet avis souligne par ailleurs que « *le projet Cigéo a une forte valeur prudentielle et assurantielle face aux risques environnementaux et sanitaires qui se manifesteraient localement autour d'entreposages non surveillés voire abandonnés dans le cas où une société future se trouverait dans une situation très dégradée dans laquelle les normes de sûreté ne seraient plus respectées* ». Le lancement dès à présent des investissements relatifs à Cigéo constitue ainsi une forme d'assurance face à un risque de dégradation de la société et permet d'éviter un transfert des risques et des charges financières et morales liées à la gestion de ces déchets radioactifs aux générations futures.

2025-AE-R10	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande de préciser les conséquences en termes de nombre de colis, d'espacement des alvéoles et de surface totale des emprises souterraines, de l'accueil de l'inventaire de réserve (y compris le plutonium séparé et les combustibles usagés).***
Réponse Andra	Les éléments demandés par l'Ae concernent l'inventaire de réserve, dont le stockage n'est pas demandé dans la procédure d'autorisation de création. Ils sont cependant traités au travers des études d'adaptabilité et figurent à ce titre dans le dossier de demande d'autorisation de création (volume 12 de la version préliminaire du rapport de sûreté du présent dossier de demande d'autorisation (8)). L'Andra en rappelle ici les principales conclusions en lien avec la présente recommandation. En cohérence avec le PNGMDR 2022-2026 (22), deux scénarios de politique énergétique contrastés sont retenus pour l'élaboration de l'inventaire de réserve et les études d'adaptabilité associées. Ces scénarios permettent de maximiser les nombres de colis de différentes typologies de déchets : • le « scénario MRREP » désigne le scénario de multirecyclage en réacteur à eau pressurisée du combustible usé, associé au fonctionnement pendant 60 ans du parc électronucléaire composé des 57 réacteurs en fonctionnement et des 6 EPR2 en projet. Ce scénario maximise les déchets HA et MA-VL stockés ; • le « scénario d'arrêt du recyclage » désigne le scénario d'arrêt anticipé du retraitement des combustibles usés en 2040, associé au fonctionnement pendant 60 ans du parc électronucléaire composé des 57 réacteurs en fonctionnement et des 6 EPR2 en projet. Ce scénario maximise le nombre de combustibles usés requalifiés en déchets. En outre, l'inventaire de réserve inclut certains déchets FA-VL au titre des incertitudes liées notamment à la mise en place d'une filière de gestion dédiée pour ces déchets. L'inventaire des déchets FA-VL est indépendant de la politique énergétique, et il est associé à ces deux scénarios dans les études d'adaptabilité. <u>Nombre de colis</u> Concernant le « scénario MRREP », l'augmentation du nombre de colis de déchets HA et MA-VL par rapport au nombre de colis retenus dans l'inventaire de référence est respectivement de 34 % et de 13 % (cf. Figure 2-1).  *Figure 2-1* *Comparaison du nombre de colis de déchets HA et MA-VL entre le scénario retenu pour l'inventaire de référence et le « scénario MRREP » retenu pour l'inventaire de réserve.*

2025-AE-R10	
	Concernant le « scénario d'arrêt du recyclage », l'arrêt anticipé du retraitement des combustibles usés, conduit à un nombre plus faible de colis de déchets HA et MA-VL à stocker (33 % en moins pour les colis de déchets HA et 10 % en moins pour les colis de déchets MA-VL). Ce scénario conduit à recatégoriser des combustibles usés en déchets et à les considérer pour le stockage selon le « scénario d'arrêt du recyclage ». Les nombres de colis concernés sont représentés par la figure 2-2.

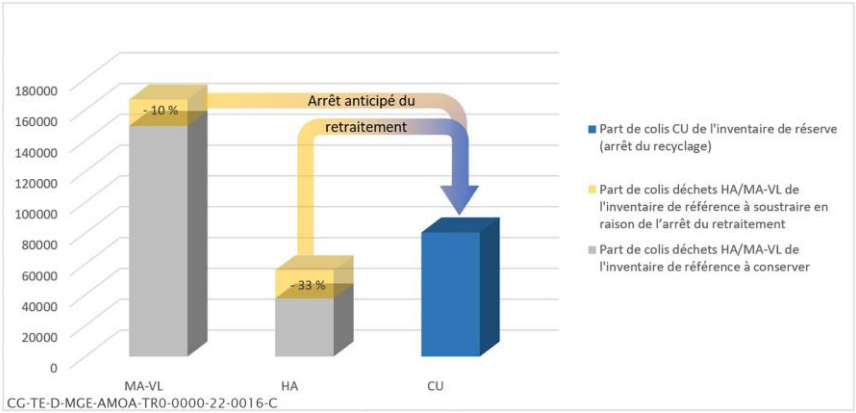


Figure 2-2 *Comparaison du nombre de colis de déchets HA, MA-VL et de colis de combustibles usés entre le scénario retenu pour l'inventaire de référence et le « scénario d'arrêt du recyclage » retenu pour l'inventaire de réserve*

Concernant les colis de déchets FA-VL pris en compte dans l'inventaire de réserve, ils correspondent à près de 50 000 colis.

Espacement des alvéoles et surface des emprises souterraines

L'architecture des quartiers de stockage pour les colis de l'inventaire de réserve est le résultat d'études de dimensionnement thermique et thermo-hydro-mécanique (THM) qui, à partir du nombre et des caractéristiques des colis stockés (puissance, décroissance) ainsi que des caractéristiques de la formation hôte du Callovo-Oxfordien, déterminent le nombre d'alvéoles de stockage et leurs entraxes. Les principes de dimensionnement thermique et thermo-mécaniques (THM) sont les mêmes que pour l'inventaire de référence, aussi les espacements d'alvéoles restent du même ordre grandeur.

Le stockage des colis HA supplémentaires dans le « scénario MRREP » est rendu possible par l'ajout d'alvéoles dans le quartier de stockage HA. Cette extension s'appuie sur les mêmes principes de dimensionnement thermique et thermo-hydro-mécanique (THM) que pour la conception du quartier de stockage HA de l'inventaire de référence.

De la même façon pour le « scénario d'arrêt du recyclage », le déploiement du nouveau quartier de stockage spécifique aux colis de combustibles usés, s'appuie sur les mêmes principes de dimensionnement thermique et thermo-hydro-mécanique que pour la conception des quartiers de stockage de l'inventaire de référence.

Le volume de colis de stockage FA-VL à stocker nécessite une capacité de stockage de l'ordre de 14 alvéoles supplémentaires dédiés. Le quartier de stockage des colis de déchets FA-VL est conçu sur les mêmes principes que le quartier de stockage MA-VL.

2025-AE-R10	
	Concernant la surface totale des emprises souterraines, parmi les deux scénarios décrits précédemment, les emprises les plus importantes obtenues sont : • d'environ 2 km² pour le quartier de stockage MA-VL/FA-VL dans le cas du « scénario MRREP + FA-VL » (dont 0,6 km² correspond à la part FA-VL) ; • d'environ 22 km² pour le quartier de stockage HA/CU dans le cas du « scénario d'arrêt du recyclage » dont environ 80 % correspondent aux CU (à titre de comparaison, l'emprise du quartier de stockage HA est d'environ 14 km² dans le cas du « scénario MRREP »). En comparaison, pour l'inventaire de référence, l'emprise du quartier de stockage HA est d'environ 9 km² et celle du quartier de stockage MA-VL d'environ 1,4 km². Pour le lien avec la ZIOS actuelle, voir la réponse à la recommandation R11 ci-dessous. Concernant le stockage du plutonium séparé, l'Andra a pris l'engagement 2024-E1 auprès de l'ASNR « *En complément des études d'adaptabilité basées sur l'inventaire de réserve dont le contenu a été validé dans le cadre de la 4e édition du PNGMDR, l'Andra établira, en amont de l'enquête publique, une feuille de route pour la réalisation d'étude complémentaire relative à la faisabilité du stockage du Pu séparé et des rebuts de MOx.* ». Les résultats de cette étude seront intégrés dans la version actualisée de la version préliminaire du rapport de sûreté qui sera mise à jour 10 ans après le décret d'autorisation de création. Les volumes concernés sont cependant faibles au regard de l'inventaire de réserve (à fin 2024, le stock de Pu séparé s'élevait à 73 tMl, et celui de rebuts de MOx à 386 tMl dans l'Inventaire national publié par l'Andra (23)).

2025-AE-R11	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande d'évaluer les capacités limites de stockage en fonction de la typologie des déchets, au sein de la Zira et les conditions et conséquence de l'extension de cette zone.***
Réponse Andra	L'Andra prend acte de cette recommandation et précise qu'elle a intégré à la zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS) de 29 km² du centre de stockage Cigéo, l'ensemble de la zone géologique de Callovo-Oxfordien définie par la zone d'intérêt pour la reconnaissance approfondie (ZIRA). La ZIRA, validée en 2009, avait été identifiée au sein de la zone de transposition (ZT) de 250 km² sélectionnée dans le cadre du « dossier 2005 de faisabilité d'un stockage sur le site de Meuse/Haute-Marne »(24). Il s'agit d'une zone dans laquelle les résultats du Laboratoire souterrain peuvent être transposés et qui dispose des propriétés nécessaires pour accueillir un stockage en couche géologique profonde. L'Andra rappelle que si plusieurs scénarios étudiés au titre des études d'adaptabilité (cf. Réponse à la recommandation 2) conduisent à une architecture prévisionnelle dépassant les limites de la ZIOS prévue pour Cigéo, l'emprise du stockage des déchets, quel que soit le scénario d'adaptabilité retenu, reste dans la zone de transposition (ZT). Ce point est rappelé par l'IRSN dans son rapport d'expertise support au GP1 de l'instruction technique de la DAC : *« à sa connaissance, aucune donnée nouvelle acquise depuis 2008 ne remet en cause ses conclusions émises en 2005 sur la faisabilité d'un stockage dans la ZT »* (7). Si les évolutions futures de politique énergétique rendaient nécessaire d'étendre le stockage au-delà de la ZIOS, l'Andra en analysera plus précisément l'impact sur la sûreté conformément à l'engagement pris au cours de l'instruction technique. L'échéance pour confirmer le besoin et, le cas échéant, réaliser, ces études est fixé au bilan de la phase industrielle pilote, ce qui apparaît cohérent : • avec les objectifs de cette phase, à l'issue de laquelle le Gouvernement présente un projet de loi adaptant les conditions d'exercice de la réversibilité ; • avec le calendrier de déploiement de l'INB Cigéo qui prévoit par exemple le déploiement du quartier de stockage HA à l'horizon 2080 (progressivité du stockage). Cependant, malgré l'absence de point rédhibitoire à la faisabilité du stockage des déchets dans la zone de transposition au-delà de la ZIOS, l'Andra ne considère pas comme l'indique l'Ae que la capacité de l'INB Cigéo serait sans limite. Dans le cadre des travaux relatifs au nouveau nucléaire (5) l'Andra a mis en évidence des points d'attention, notamment : • l'impact sur la conception du stockage du fait de l'augmentation de son emprise (impact sur le dimensionnement de certains équipements) ; • l'impact sur la durée de fonctionnement de l'installation ; • l'impact sur les évaluations de sûreté en exploitation et en après-fermeture, les modalités de maîtrise des risques n'étant cependant pas remises en cause. Ainsi même si les études réalisées à ce jour, et dont les conclusions figurent dans le volet « adaptabilité » du dossier de demande d'autorisation de création (DAC) (8), mettent en évidence l'absence de point rédhibitoire au stockage des déchets de l'inventaire de réserve, des points d'attention sont identifiés. Au-delà de ces points d'attention, il est cependant difficilement envisageable de fixer précisément une limite technique à l'INB Cigéo, car même si celle-ci existe, elle dépend de nombreux facteurs, dont la connaissance de certains sera éclairée par le retour d'expérience.

2025-AE-R11	
	La préparation du lancement du programme de construction de 6 EPR2 a intégré l'analyse de l'impact de ce programme sur les différentes filières de gestion des déchets. Des études du même type sont en cours en préparation en support au lancement d'un programme de 8 EPR2. L'Andra partage l'intérêt d'identifier, en amont de l'engagement de projets de nouvelles installations, les impacts sur les filières de gestion des déchets, démarche qu'elle met déjà en place et qui a été utilisée pour alimenter, par exemple, le débat public relatif à la construction de 6 EPR2. Ces impacts sont traités pour l'ensemble des filières car ils ne concernent pas que les déchets HA et MA-VL. En ce qui concerne plus spécifiquement le cas des déchets HA et MA-VL, l'Andra considère qu'au regard du déploiement progressif de l'INB Cigéo (par exemple construction du quartier de stockage HA à l'horizon 2080), du retour d'expérience ainsi que de l'amélioration des connaissances qui seront issues de la construction et des premières années d'exploitation de l'INB Cigéo, l'éclairage sur les enjeux posés par la gestion des déchets nécessite moins de définir aujourd'hui une limite à Cigéo que d'identifier les points d'attention, les leviers techniques, ainsi que les points de rendez-vous à fixer pour définir les choix de gestion. Ces choix devront être fixés au regard des connaissances disponibles, dans le cadre des PNGMDR successifs dont l'objet est bien d'orienter les travaux permettant de définir les stratégies de gestion des déchets.

2025-AE-R12	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande de mettre en avant les paramètres géologiques et hydrogéologiques les plus discriminants au regard de la conception du stockage Cigéo, d'indiquer pour chacun d'eux les valeurs limites à ne pas dépasser sous peine d'une remise en cause de la conception, du caractère significatif ou non de l'impact des paramètres sur la sûreté et de les mettre en perspective avec les valeurs observées, en prenant en compte toute leur variabilité.***
Réponse Andra	L'Andra prend note de la recommandation de l'Ae et souligne qu'elle a proposé des objectifs pour la phase industrielle pilote allant en ce sens. L'Andra s'efforcera au cours de la phase industrielle pilote, et en particulier en vue du bilan de celle-ci, à mettre en avant les paramètres les plus discriminants afin notamment de faciliter l'information du public et à comparer les valeurs observées à celles permettant de garantir l'atteinte des objectifs définis. En effet, en application des demandes du 5e PNGMDR (action HAMAVL.6 (10)), l'Andra a proposé des objectifs et critères de réussite de la phase industrielle pilote (14) qui font l'objet d'un avis de la commission orientation du PNGMDR. Cette proposition intègre l'enjeu de s'assurer que les paramètres (notamment du Callovo-Oxfordien) qui fondent la conception et la démonstration de sûreté sont dans le domaine garantissant l'atteinte des objectifs de sûreté. Cet objectif se traduit notamment au travers des actions identifiées en vue de « *déployer progressivement la surveillance* », « *conforter les caractéristiques initiales du site et, en particulier, celles de la couche du Callovo-Oxfordien, qui fondent la sûreté après fermeture* » et « *conforter le comportement des ouvrages souterrains et de la formation du Callovo-Oxfordien au regard du maintien de leurs fonctionnalités* ». Pour ces objectifs, un des critères de réussite identifié par l'Andra est bien que les caractéristiques et valeurs de paramètres soient confortées et restent dans le domaine garantissant l'atteinte des objectifs de sûreté. Pour ce faire, l'Andra propose entre autres avant le début des creusements de : • consolider les dispositions permettant de caractériser l'état initial avant et après creusement du Callovo-Oxfordien et du suivi de son évolution ; • consolider les paramètres à surveiller en lien avec la démonstration de sûreté après fermeture ; • consolider la stratégie de surveillance, en précisant les paramètres effectivement suivis et les dispositions de surveillance *in fine* retenus. En ce qui concerne le domaine de valeurs permettant de garantir l'atteinte des objectifs, l'Andra apporte les précisions suivantes : la conception de l'architecture considérée pour la demande d'autorisation de création (DAC) de l'INB Cigéo implique une conception « robuste » et « prudente », c'est-à-dire que les fonctions de sûreté et les exigences associées à ces fonctions sont assurées. La robustesse provient en particulier des choix inhérents aux méthodes de conception et de dimensionnement qui intègrent : • des conservatismes destinés à retenir des modèles et des valeurs couvrant les incertitudes de toute nature dont notamment la variabilité des valeurs observées et prises en compte dans le dimensionnement de l'installation : ✓ méthodes de modélisation et de calcul conduisant à majorer les résultats ; ✓ sélection d'hypothèses et de données qui couvrent les valeurs situées dans une plage ; • un dimensionnement de l'installation incluant des précautions de conception qui englobent les aléas naturels et les incertitudes associées à ces aléas naturels (tel que le dimensionnement au séisme) ;

2025-AE-R12	
	• un dimensionnement de l'installation intégrant le caractère progressif du développement de l'installation dans sa stratégie de dimensionnement. À titre d'exemple et comme indiqué dans la pièce 20 « Plan de développement de l'installation de stockage Cigéo » du présent dossier de demande d'autorisation de création (DAC) (25) : ✓ les actions relatives au quartier pilote HA s'inscrivent en support à la confortation de leur conception et de leur dimensionnement au regard des éléments retenus dans les évaluations de sûreté, afin d'en préciser les marges ainsi que de poursuivre l'optimisation des dispositifs de surveillance des alvéoles, en prévision du dimensionnement du quartier de stockage HA ; ✓ les dimensionnements thermique et THM des quartiers pilote et de stockage HA portés au dossier de demande d'autorisation de création sont des points de convergence entre le respect de critères de sûreté (limite de température de 90 °C, critère de Terzaghi, etc.) et la recherche d'une compacité en lien avec l'optimisation technique-économique. Ils s'appuient à ce stade sur une démarche prudente vis-à-vis du dimensionnement thermique et thermo-hydro-mécanique avec des marges de différentes natures, en tant que de besoin : critères, paramètres et modèles intégrant des marges d'abord prudentes (quartier pilote HA) puis optimisées (quartier de stockage HA). De plus, des études de sensibilité sont effectuées afin de caractériser l'influence des paramètres sur le respect des exigences (cf. Fiches Bilan du Socle scientifique et technique référencées dans le dossier de demande d'autorisation de création (DAC) (26)). En lien avec le programme scientifique et technique, l'Andra dispose de connaissances robustes sur les paramètres, leurs gammes de valeurs et incertitudes associées, et les modèles considérés et leur influence dans le cadre des études de dimensionnement. L'ensemble des données d'entrée utilisées pour la conception de Cigéo a par ailleurs fait l'objet d'un examen approfondi lors de l'instruction technique menée par l'ASNR qui a jugé ce socle de données suffisant au stade de la demande d'autorisation de création (rapport IRSN 2024-00212 (7)). La conception des ouvrages souterrains des tranches ultérieures est susceptible d'évoluer dans la continuité du fonctionnement de l'installation et dans le cadre d'optimisations (cf. Pièce 20 « Plan de développement de l'installation de stockage Cigéo » du présent dossier de demande d'autorisation de création (DAC)), notamment par la prise en compte des retours d'expériences issus de son exploitation et des progrès technologiques réalisés d'ici là. Ainsi la notion de valeur seuil attribuée à chaque paramètre n'est pas nécessairement adaptée mais l'Andra, comme rappelé ci-avant, intègre bien dans les critères à vérifier en phase industrielle pilote la vérification que les paramètres qui fondent la conception sont dans le domaine garantissant l'atteinte des objectifs. Enfin, en ce qui concerne les paramètres retenus pour la démonstration de sûreté, l'Andra précise que les valeurs retenues pour les différents scénarios étudiés, ceux-ci étant définis pour couvrir la variabilité des paramètres, sont détaillées dans la version préliminaire du rapport de sûreté. Des paragraphes spécifiques relatifs aux enseignements des évaluations de sûreté ont été rédigés afin de mettre en avant les éléments déterminants, dont une synthèse figure dans l'étude de maîtrise des risques du dossier de demande d'autorisation de création. Pour la phase industrielle pilote, l'Andra intègre également un critère de réussite consistant à s'assurer que les paramètres (notamment du Callovo-Oxfordien) qui fondent la démonstration de sûreté sont dans le domaine garantissant l'atteinte des objectifs de sûreté.

2025-AE-R13	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande d'approfondir l'analyse des possibilités d'usage et d'exploitation de ressources du sous-sol à long terme qui pourraient avoir un impact sur le stockage Cigéo, y compris à longue distance (séisme en premier lieu).***
Réponse Andra	L'Andra partage cet enjeu et, c'est à ce titre, que la prévention du risque d'impact lié à une éventuelle exploitation du sous-sol est prise en compte par l'Andra à travers plusieurs aspects. En premier lieu, l'absence de ressource particulière ou exceptionnelle au sein de la zone d'implantation d'un centre de stockage géologique fait partie des règles édictées par le guide n° 1 de l'ASN (27). Cette exigence vise à limiter, dans le futur, le risque d'intrusion dans le stockage souterrain lié à une recherche ou exploitation du sous-sol. Il s'agit donc d'un des critères pris en compte lors du processus de sélection de site. Les investigations géologiques menées par l'Andra ont confirmé l'absence de ressource exceptionnelle au sein de la zone d'implantation du stockage. Les seules ressources particulières (comme le charbon) se situent à minimum 5 500 mètres de profondeur et sont non exploitables en l'état. De même, le potentiel géothermique du secteur a fait l'objet de différentes évaluations scientifiques et techniques qui ont montré qu'il n'y avait aucun caractère particulier ou exceptionnel de la ressource géothermale au droit du site. Au cours de l'instruction du dossier de demande d'autorisation de création, l'IRSN a confirmé *« comme l'Andra l'absence de ressources naturelles d'intérêt au droit du site »* (7). En outre, afin de limiter au maximum le risque d'intrusion dans le stockage pour rechercher des ressources géothermales, des servitudes réglementant les travaux souterrains au-dessus ou à proximité du stockage seront mises en place après la délivrance du décret d'autorisation de création. En ce qui concerne les éventuels évènements sismiques d'origine anthropique, ils n'auraient pas d'impact sur les infrastructures et installations du projet Cigéo tant en surface qu'en profondeur, car très largement couverts en termes de dimensionnement par les séismes considérés au titre de la démarche de sûreté et dont le niveau de conservatisme permet, selon les demandes formulées par l'ASNR, de *« couvrir l'ensemble des incertitudes associées à l'évaluation de l'aléa sismique »*. Enfin, dans sa démarche d'analyse des risques, l'Andra étudie, en cohérence avec les recommandations du guide n° 1 de l'ASN, dans la démonstration de sûreté des scénarios d'intrusions humaines involontaires. Ces scénarios considèrent notamment, après la perte de la mémoire du stockage, un *« Forage exploratoire abandonné et mal scellé traversant un ouvrage de stockage […] il faudra étudier les conséquences potentielles liées à la mise en communication d'aquifères entre eux ou d'un aquifère et d'un ouvrage de stockage »*. Ces scénarios sont définis en dehors de toute notion de vraisemblance ou de cause en accord avec les pratiques internationales. Ils sont utilisés pour étudier l'influence sur la robustesse du système de stockage de forages de court-circuit de la couche du Callovo-Oxfordien tel qu'un forage abandonné de reconnaissance de l'aquifère du Dogger ou d'exploitation d'une potentielle ressource géothermique au niveau du Trias. La liste des scénarios d'intrusion humaine considérée prend notamment en compte les recommandations du guide n° 1 de l'ASN. Les résultats de l'ensemble des évaluations menées par l'Andra, incluant ce risque d'intrusion, ont conduit l'ASNR à indiquer dans son rapport 2025-00263 qu' *« au vu de l'ensemble de ces éléments et des résultats de ses propres modélisations, PSE-ENV estime que le système de stockage, dans l'architecture retenue, est particulièrement robuste vis-à-vis de l'ensemble des événements perturbateurs considérés» (28).*

2025-AE-R14	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande d'expliciter dans le dossier soumis à enquête publique (ou de renvoyer aux documents existants donnant ces informations) comment :*** • ***sont prises en compte la variabilité et les incertitudes associées aux paramètres hydrauliques thermiques du sous-sol ;*** • ***sont définies les marges ou coefficients de sécurité sur ces paramètres et les limites de températures acceptables pour les argilites.***
Réponse Andra	Le socle de connaissance scientifique ayant conduit à la définition des données support à la démonstration de sûreté est référencé dans le dossier de demande d'autorisation de création. Il a été expertisé par l'IRSN, qui en a souligné la qualité, lors de l'instruction du dossier de demande d'autorisation de création. En ce qui concerne le dimensionnement thermique, afin de préserver les caractéristiques de la roche, l'Andra retient à ce stade une valeur de dimensionnement prudente afin de couvrir les incertitudes. Cette approche est décrite dans l'étude de maîtrise des risques (cf. Pièce 8 « Étude de maîtrise des risques » du présent dossier de demande d'autorisation de création (29)). L'Andra apporte en outre les précisions suivantes. L'acquisition des paramètres hydrauliques et thermiques du milieu géologique a donné lieu à de très nombreux travaux scientifiques menés notamment au Laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne et au travers des campagnes de forages, et publiés dans des revues scientifiques évaluées par les pairs. L'analyse de ces données, tant d'un point de vue méthodologique que de la variabilité naturelle, conduit à définir leurs gammes de variabilité et les incertitudes associées en support aux évaluations conduites par l'Andra. Ces connaissances scientifiques et techniques sont rassemblées dans le socle de connaissances scientifiques référencé dans le dossier de demande d'autorisation de création (DAC). L'Andra souligne que l'instruction technique du dossier de demande d'autorisation de création a donné lieu à une analyse approfondie par l'IRSN des données de base retenues pour l'évaluation de la sûreté de Cigéo. Le rapport d'expertise 2024-00212 indique à ce titre que *« concernant les propriétés de la roche hôte du Callovo-Oxfordien, l'IRSN considère que la base de connaissances établie par l'Andra relative aux processus de confinement hydrodynamique et chimique constitue un référentiel de qualité en appui à sa démonstration de sûreté » (7).* Concernant, les études de dimensionnement thermo-hydro-mécaniques du stockage, celles-ci visent à montrer que l'architecture du stockage est bien dimensionnée aux pics de température et de contraintes effectives afin de garantir l'intégrité du Callovo-Oxfordien. Ces études intègrent un ensemble de paramètres tels que la puissance thermique des colis (qui sera encadrée par les spécifications d'acception dont une version préliminaire (30) est jointe au présent dossier de demande d'autorisation de création (DAC)) et les propriétés thermo-hydro-mécaniques des composants ouvragés et du milieu géologique. D'un point de vue thermique et au stade des études de dimensionnement de la demande d'autorisation de création (DAC), la limite de température acceptable dans les argilites est fixée à 100° C. L'exigence de conception retenue est à 90° C afin de couvrir les incertitudes résiduelles et variabilités de toutes natures relatives au dégagement et au transfert de la chaleur.

2025-AE-R14	
	L'Andra retient pour le dimensionnement une approche prudente : • le dimensionnement du quartier pilote HA (tranche 1) repose sur une approche conservative qui intègre la variabilité des paramètres ; • le dimensionnement des quartiers de stockage HA, qui seront construits à l'horizon 2080 (tranches ultérieures), sera affiné dans les phases ultérieures du projet en tenant compte des nouvelles acquisitions de données et caractérisations du milieu géologique qui seront réalisées pendant la tranche 1. Les marges et coefficient de sécurité relative aux quartiers de stockage HA seront réexaminés dans ce cadre. Le dimensionnement du quartier de stockage HA a fait l'objet de plusieurs instructions par l'ASN au cours du développement de Cigéo. Dans son rapport 2024-00212 établi pour l'instruction de la demande d'autorisation de création, l'IRSN rappelle qu'elle indiquait dès l'instruction du dossier d'option de sûreté déposé en 2016 que « *les principaux mécanismes à prendre en compte pour dimensionner les quartiers HA étaient bien identifiés* » (7). Dans le même rapport, l'IRSN juge que les résultats des travaux menés à ce jour par l'Andra visant notamment à confirmer par des essais les résultats des modélisations *« confirment la validité de la démarche de dimensionnement thermique adoptée ».*

2025-AE-R15	
Intitulé de la recommandation	***Elle recommande par ailleurs au plus tôt de :*** • ***produire des modèles exploitables du fonctionnement hydraulique des Calcaires du Barrois et de l'Oxfordien, avec calage des paramètres hydrauliques ;*** • ***délimiter la zone d'influence des installations de surface de Cigéo et les aires d'alimentation des captages susceptibles d'être atteints par une pollution issue des installations du projet d'ensemble Cigéo***
Réponse Andra	Des travaux visant ces objectifs sont en cours et les actions associées sont décrites dans le plan de développement de stockage de l'installation (pièce 20 « Plan de développement de l'installation de stockage Cigéo » du présent dossier de demande d'autorisation de création (DAC) (25)) et dans le volume 7 de l'étude d'impact (11) du présent dossier de demande d'autorisation de création (DAC). Ces travaux s'inscrivent dans la démarche d'amélioration continue des connaissances de l'Andra et de leur intégration progressive dans les modèles retenus, afin notamment de conforter et préciser la représentation locale des écoulements d'eau et de transport de solutés dans la formation des Calcaires du Barrois. L'Andra apporte les précisions suivantes. Au stade de la demande d'autorisation de création, l'état des connaissances de l'Andra comprend notamment : • un modèle d'évaluation des impacts générés dans l'Oxfordien par les liaisons surface-fond (présenté dans les volumes 4 et 7 de l'étude d'impact du présent dossier de demande d'autorisation de création (DAC)) calibré sur la base (i) des données de transmissivité issues des 17 forages des campagnes FSP (forages scientifiques profonds) et FZT (forages zone de transition) et (ii) de l'interprétation de plus de 20 années de suivi du rabattement généré dans la nappe de l'Oxfordien par les puits d'accès au Laboratoire souterrain (LS) et mesuré sur des forages de surveillance localisés à plusieurs km autour du LS ; • une carte présentant la zone d'influence des installations de surface au regard des périmètres de protection des alimentations en eau potable (AEP) construite sur la base des résultats de traçages hydrogéologiques. L'Andra précise que le caractère karstique des formations des Calcaires du Barrois requiert une méthodologie spécifique pour l'analyse du fonctionnement de ce type de milieu et que la réalisation de traçages hydrogéologiques, tels que réalisés par l'Andra, dans le cadre d'une approche globale correspond aux règles de l'art pour l'étude des milieux karstiques en parallèle des analyses géologique et hydrologique. Par ailleurs, cette analyse a permis à l'Andra, de déterminer l'aire maximale d'influence hydraulique potentielle des installations de surface du centre de stockage Cigéo, ce qui constitue comme le souligne l'Ae dans son avis une approche « conservative » du traitement des incertitudes. L'Andra poursuit le développement des modèles numériques hydrogéologiques exploitables pour les aquifères de l'Oxfordien et des Calcaires du Barrois, ce qui permettra de consolider et affiner les résultats actuels. Ces développements s'appuient sur des méthodologies de caractérisation et des approches/outils de modélisation adaptées à la spécificité des milieux concernés, avec notamment : • un programme de forages profonds en limite de ZIOS (programme ZBS Fond) qui prévoit la réalisation de 4 forages à l'Oxfordien carbonaté et 4 forages au Dogger, ce qui permettra de conforter les données déjà disponibles sur les propriétés hydrodynamiques et hydrodispersives de ces formations. Ces données permettront la mise à jour de la calibration des modèles hydrogéologiques de l'Oxfordien existants. La mise à jour de ce modèle se poursuivra avec la reconnaissance à l'avancement lors de la phase de construction initiale de l'installation souterraine de l'INB Cigéo et avec la prise en compte du comportement hydrogéologique des formations géologiques traversées par les liaisons surface-fond ;

2025-AE-R15	
	• un programme de caractérisation et de modélisation des formations karstiques des Calcaires du Barrois encadré par des partenaires scientifiques (dont le Bureau de recherche géologique minière (BRGM)). Ce programme vise l'acquisition de données supplémentaires (géologie, hydrologie et hydrogéologie) qui permettront la consolidation du modèle hydrogéologique existant avec notamment la prise en compte de nouvelles données hydrologiques et hydrogéologiques locales, et en parallèle le développement de nouveaux modèles hydrogéologiques. Ce programme sera décliné avant la phase de construction initiale des installations, permettant d'affiner l'évaluation actuelle des incidences avant la réalisation des installations. Les résultats de ces travaux seront progressivement présentés dans les actualisations de l'étude d'impact : ainsi, l'évaluation des incidences des installations de surface du projet Cigéo, affinée à l'aide du modèle hydrogéologique des Calcaires du Barrois existant sur la zone descenderie, sera intégrée dans la prochaine version de l'étude d'impact du projet Cigéo (dossiers de la tranche de travaux DR1).

2025-AE-R16	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande d'étudier techniquement et réglementairement la faisabilité de l'infiltration des eaux excédentaires au regard des besoins du site et, le cas échéant, de prévoir sa mise en œuvre.***
Réponse Andra	Conformément à l'esprit de cette recommandation visant à préserver au maximum la ressource en eau, l'Andra privilégie le recyclage des eaux afin de limiter les prélèvements dans les nappes. De ce fait il ressort qu'aucune eau excédentaire ne sera disponible, en dehors des eaux pluviales, la majorité du temps. Aussi l'Andra considère qu'il n'est pas nécessaire, en l'état actuel, d'étudier la faisabilité de l'infiltration/réinjection des eaux usées et des eaux de fond. Concernant les eaux pluviales, l'infiltration d'une partie d'entre elles est actuellement à l'étude. En effet, pour le projet Cigéo, on peut distinguer les différentes catégories d'eaux suivantes (cf. Paragraphe 5.2.1 du chapitre 5 dans le volume 4 de la pièce 6 « Étude d'impact du projet global Cigéo » du présent dossier de demande d'autorisation) : • les eaux usées : elles regroupent les eaux usées (effluents issus des sanitaires, des lavabos, des douches et des réfectoires) et les eaux industrielles de surface (eaux issues d'activités industrielles conventionnelles, aires de lavage…) ; • les eaux de fond (hors eaux incendie) : elles regroupent les eaux d'exhaure et les eaux industrielles de fond (eaux de lavage, eaux liées au fonctionnement du tunnelier) ; • les eaux pluviales incluant les eaux de verse. Le choix de l'Andra est de procéder, autant que possible, au recyclage des eaux afin de limiter l'impact sur les nappes et la ressource en eau potable. En effet, conformément à la démarche Éviter-Réduire-Compenser (ERC), il apparaît plus optimal pour l'environnement d'éviter le prélèvement, plutôt que de prélever et de rejeter ensuite dans le milieu par infiltration, injection ou rejet en surface. Aussi, afin de réduire significativement les besoins en eau potable pour aboutir à un prélèvement de l'ordre de 8 m^3/j à 105 m^3/j au lieu de 200 m^3/j à 500 m^3/j selon les périodes considérées du projet, il est envisagé de recycler les eaux suivantes, par ordre de priorité d'utilisation : • recyclage des eaux usées ; • recyclage des eaux de fond (eaux industrielles, puis les eaux d'exhaure) ; • si nécessaire, recyclage des eaux pluviales (hors verses). Pour les deux premières catégories d'eaux, les bilans quantitatifs actuels, montrent qu'après recyclage il n'y aura pas d'eaux excédentaires disponibles dans la grande majorité du temps. En ce qui concerne la réinjection potentielle des eaux, les eaux d'exhaure étant très majoritairement recyclées, la question de la collecte puis la réinjection artificielle de ces dernières dans les aquifères ne se pose pas en tant que telle. Les éventuels excédents, faibles et ponctuels, ne justifient pas la mise en place d'un dispositif d'infiltration techniquement et réglementairement complexe. Ils retourneront au milieu naturel *via* les rejets. Concernant les eaux pluviales non recyclées, elles sont destinées à retourner au milieu naturel par rejet en surface ou par infiltration. En effet, l'Andra étudie actuellement la possibilité d'infiltrer une partie des eaux de pluie comme le permet la réglementation conventionnelle en dehors du périmètre de l'INB. Si les eaux pluviales devaient être infiltrées au sein du périmètre de l'INB, cette démarche s'effectuerait dans le respect de l'arrêté du 7 février 2012 qui prévoit des possibilités de dérogations au principe d'interdiction d'infiltration en application de son article 4.1.12 (31).

2025-AE-R17	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande d'esquisser les espaces envisagés pour l'accueil de développement économique et d'évaluer les incidences en matière d'exposition des futures populations concernées aux risques engendrés par le projet.***
Réponse Andra	Les espaces envisagés pour l'accueil d'activités économiques sont identifiés par les collectivités territoriales dans les documents d'urbanisme applicables au territoire au travers des plans locaux d'urbanisme intercommunal (PLUi) et des schémas de cohérence territoriale (SCoT) qui ont vocation à définir les zones au sein desquelles des activités autres qu'agricoles et forestières pourront se développer. Ces zones sont identifiables sur le portail national de l'urbanisme (https://www.geoportail-urbanisme.gouv.fr/). L'objectif de développement économique a fait l'objet d'un consensus politique dans la durée et à différents niveaux. Ce consensus politique est fort et durable car même avec des sensibilités différentes, les acteurs locaux et nationaux s'accordent sur l'intérêt d'un appui au développement économique pour les territoires qui accueillent l'installation. Ainsi, le choix d'un développement économique du territoire d'implantation du Centre de Meuse/Haute-Marne (CMHM) et du futur centre de stockage Cigéo a été entériné par plusieurs textes (loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991 (32), loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 (33)) instituant et pérennisant deux groupements d'intérêt public (GIP) : le GIP Objectif Meuse et le GIP Haute-Marne qui redistribuent aux territoires des fonds versés par les producteurs de déchets (CEA, EDF et Orano) pour des projets de développement. Cette orientation politique a été confirmée dans la durée d'abord par le schéma interdépartemental de développement des infrastructures (SIDT) en 2013 puis en 2016 par le contrat de développement du territoire (CDT) (34, 35). Ce contrat de territoire renommé « projet de développement du territoire » (PDT) en octobre 2019 (36) vise à assurer un aménagement territorial structuré autour de quatre axes stratégiques : • réaliser les aménagements qui permettront ou accompagneront la construction et l'exploitation de Cigéo ; • dynamiser le potentiel socio-économique de la zone de proximité ; • renforcer l'attractivité de la Meuse et de la Haute-Marne par des mesures d'aménagement structurantes ; • pérenniser l'excellence économique et environnementale de la Meuse et de la Haute-Marne. 24 partenaires sont engagés dans sa mise en œuvre : l'État, la région Grand Est, les deux départements de Meuse et de Haute-Marne, le bloc communal qui accueille le projet industriel, les opérateurs de la filière nucléaire (Andra, EDF, CEA, Orano), les représentants du monde économique local. Ce projet de territoire participe d'une démarche prudente et itérative qui requestionne la nécessité et la proportionnalité, mais aussi la cohérence des mesures adoptées à l'échelle des territoires concernés à chaque étape du projet global Cigéo. Ainsi, les ambitions de développement économique qu'il affiche restent prudentes, proportionnées et révisables et visent avant tout à l'adaptation au juste besoin des infrastructures matérielles et immatérielles existantes. Dans ce cadre, tout au long du développement progressif du centre de stockage, lors des réexamens de sûreté, les nouvelles activités autour du centre de stockage seront prises en compte dans les analyses d'impact et de sûreté. L'Andra rappelle par ailleurs que l'INB Cigéo est conçue pour protéger les personnes et l'environnement.

	L'impact radiologique de l'INB Cigéo en fonctionnement normal sur les populations riveraines est très faible : il est de l'ordre du microsievert, soit 1 000 fois inférieur à 1 milliSievert (mSv), qui correspond à la contrainte fixée par la réglementation pour les usages artificiels de la radioactivité et des doses reçues en médecine. Par ailleurs, en fonctionnement normal, aucune pollution chronique chimique ou radiologique du sol n'est attendue, comme le montre en particulier le volume 4 de la pièce 6 - Étude d'impact du projet global Cigéo (11) du présent dossier de demande d'autorisation. Dans l'éventualité d'un accident sur l'INB, l'analyse des scénarios accidentels, même les plus sévères, démontre que les niveaux d'intervention en situation d'urgence et les seuils d'effets irréversibles ne sont pas dépassés (cf. En particulier le chapitre 4 de la pièce 8 « Étude de maîtrise des risques » du présent dossier de demande d'autorisation (29)). Les incidences en matière d'exposition des futures populations concernées aux risques engendrés par le projet sont décrites de manière détaillée dans le dossier de demande de demande d'autorisation de création (DAC) (cf. Volume VI de la pièce 6 « Étude d'impact du projet global Cigéo » ; chapitres 8 et 9 de la partie 3 de la pièce 07 « Version préliminaire du rapport de sûreté » (8) ; et chapitres 4 et 5 de la pièce 08 « Étude de maîtrise des risques » du présent dossier de demande d'autorisation). Une fois l'installation fermée définitivement, la protection de la santé des personnes et de l'environnement est assurée de façon passive, grâce notamment aux propriétés de la couche géologique. Les personnes et l'environnement sont protégés des éléments radioactifs et des substances chimiques toxiques contenus dans les déchets radioactifs, sans qu'il soit nécessaire d'intervenir (cf. Chapitre 18.2 du volume IV de la pièce 6 « Étude d'impact du projet global Cigéo » du présent dossier de demande d'autorisation). Les résultats des évaluations de la situation de référence de l'évolution normale de l'installation de stockage montrent que les incidences radiologiques sont très faibles, de l'ordre de 0,0015 $mSv.an^{-1}$, donc très inférieures à la valeur de référence de 0,25 $mSv.an^{-1}$ citée dans le guide de sûreté n° 1 de l'ASN. Les résultats des évaluations quantitatives des autres scénarios et situations, prenant notamment en compte des déviations par rapport à l'évolution normale du système de stockage, montrent que les incidences respectent les objectifs de protection définis et restent même dans la plupart des cas inférieurs à la valeur de référence retenue pour le scénario d'évolution normale (0,25 mSv/an) (cf. Pièce 8 - Étude de maîtrise des risques du présent dossier de demande d'autorisation). Par précaution, pour que la couche du Callovo-Oxfordien, dans laquelle sont implantés les ouvrages souterrains du centre de stockage Cigéo, reste une ligne de défense robuste pour assurer la sûreté passive après fermeture et à très long terme, des mesures de restriction, sous forme de servitudes d'usage ou de restrictions d'implantation d'installations, ont été proposées dans le dossier de demande d'autorisation de création. Ainsi la pièce 12 - Servitudes et demande de périmètres de protection et de droit exclusif du présent dossier de demande d'autorisation (37) et en particulier son chapitre 2.3 propose l'institution d'un périmètre de protection des ouvrages souterrains. Ce périmètre de 10 km autour de la future INB aura pour objet de protéger les installations et activités du centre de stockage Cigéo des effets d'activités ou de travaux menés par des tiers en surface ou en souterrain. Cette protection pourra se matérialiser par l'édiction, au sein de ce périmètre, de servitudes et de mesures de police générales venant encadrer certaines activités.

2025-AE-R17	
	L'Andra a ainsi proposé dans son dossier que soient interdites, dans le périmètre de protection, toutes les activités de recherche de gîtes contenant des substances minérales, fossiles ou de gîtes géothermiques ; toute activité de forage quel que soit son objet ; toutes les activités de pompage aux niveaux des aquifères des Calcaires du Barrois, de l'Oxfordien carbonaté et du Dogger, sauf autorisation des services compétents de l'État après avis conforme de l'Andra sur la compatibilité de ces activités avec le maintien du bon fonctionnement et de la surveillance de l'INB Cigéo, et ce quel que soit leur régime d'autorisation ou de déclaration initialement applicable (code de l'environnement, code minier ou toute autre réglementation). L'Andra attire l'attention des services compétents des préfectures concernées sur la nécessité de veiller, au sein du périmètre de protection, à la prise en compte du risque d'interférence de toute activité avec l'exercice du programme de surveillance de l'environnement de l'INB Cigéo tel qu'il sera arrêté réglementairement sur la base du dossier de demande d'autorisation de création. Ces mesures sont des réponses aux analyses détaillées de risques menées en parallèle des études détaillées de conception dans le cadre du dossier de demande d'autorisation de création. Après l'instruction technique approfondie de cette demande et après enquête publique, le périmètre de protection et les mesures associées seront fixés par le décret d'autorisation de création.

2025-AE-R18	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande d'analyser les risques de feux de forêt et de feux de moisson, leur évolution avec le changement climatique et d'en déduire les incidences sur le projet.***
Réponse Andra	L'Andra partage cet enjeu et prend en compte les risques de feux de forêt et de feux de végétation en lien avec le changement climatique en définissant des mesures adaptées à ce risque. Ces dispositions sont décrites notamment dans l'étude d'impact du présent dossier de demande d'autorisation de création. Vis-à-vis d'un départ de feu dû à l'environnement naturel, les mesures de prévention suivantes sont prises en comptes aux abords de l'INB : • distance libre d'au moins 50 mètres autour des bâtiments (débroussaillage/déboisement), sauf mise en place de mesures conservatoires vis-à-vis du risque incendie (consignes spécifiques d'exploitation, muret anti-feu, etc.) ; • distance débroussaillée d'au moins 80 mètres de part et d'autre de la clôture des installations nucléaires de surface au sein de la zone descenderie. La végétalisation du bâtiment nucléaire de surface EP1 est dimensionnée pour ne pas impacter les émergences en cas de feu de végétaux. Pour l'environnement industriel, afin de prévenir un départ de feu impliquant une réserve de carburant ou de fioul, une interdiction de stockage de produits inflammables à proximité de l'INB est instaurée. De plus, pour limiter les risques de propagation d'un feu externe à l'intérieur des bâtiments, les matériaux utilisés pour les façades, les toitures ou encore les portes des bâtiments sont sélectionnés pour leurs propriétés de résistance au feu adaptées aux risques identifiés. Les chapitres de l'étude d'impact du présent dossier de demande d'autorisation de création traitant du risque feu de forêt sont les suivants : • chapitre 11.2 du volume III de l'étude d'impact relatif aux risques majeurs identifiés dans les dossiers départementaux des risques majeurs (DDRM) de la Haute-Marne et de la Meuse ; • chapitre 11.2.1.6 du volume IV relatif à la vulnérabilité au risque feu de forêt ; • chapitre 11.3.2.4.3 du volume IV relatif aux risques liés aux agressions externes, e) risques liés à l'incendie externe ; • chapitre 11.3.3.7 du volume IV relatif aux risques liés au départ de feu de végétation lors d'un chantier ; • chapitre 19.3 du volume IV relatif aux moyens de secours et de gestion accidentelle spécifiques à l'INB Cigéo ; • chapitre 19.4 du volume IV relatif aux moyens de secours et de gestion accidentelle pendant les travaux (hors INB Cigéo).

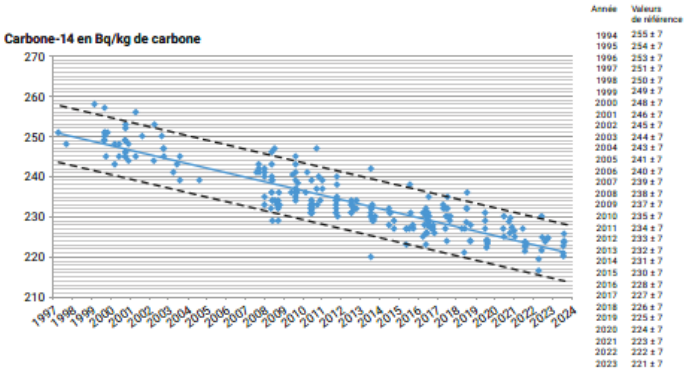
2025-AE-R19	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande de compléter l'analyse des incidences du changement climatique en matière de températures sur les systèmes de ventilation du projet jusqu'à sa fermeture, en particulier lors des périodes de canicule au regard des enjeux de sécurité et de sûreté.***
Réponse Andra	La démarche de l'Andra pour la prise en compte du changement climatique a été examinée par l'IRSN au cours de l'expertise du dossier de demande d'autorisation de création (DAC). Dans ce cadre, l'Andra a pris un engagement (engagement 2024-E8) visant à conforter sa démarche au regard de la durée d'exploitation de Cigéo. Cet engagement, rappelé ci-dessous, a été jugé satisfaisant par l'IRSN et répond à la recommandation de l'Ae. « *Afin de tenir compte de l'impact du changement climatique tout au long de la durée d'exploitation de Cigéo, l'Andra, préalablement à la mise en service :* • *définira des niveaux d'aléas hydrométéorologiques représentatifs de situations climatiques envisageables à la fin de la durée d'exploitation ;* • *justifiera la suffisance des températures retenues pour sa démonstration de sûreté en regard de températures associées à une fréquence de dépassement cible de 10-4/an et estimées à l'aide de données récentes, en tenant compte de l'impact du changement climatique au travers de scénarios pénalisants de projection climatique, pour un horizon temporel cohérent avec la durée d'exploitation de l'installation ;* • *pour les aléas définis précédemment, présentera des éléments relatifs à la capacité d'adaptation de l'installation afin d'assurer une protection face à des niveaux d'aléas susceptibles d'évoluer avec le changement climatique ;* • *présentera une démarche détaillée concernant le suivi de l'évolution des connaissances sur le changement climatique et son impact sur les niveaux d'aléas retenus pour l'installation. ».* L'Andra précise qu'au-delà de la définition d'un niveau d'aléa, cette démarche prévoit de construire une démarche de suivi de l'évolution des connaissances sur le changement climatique tout au long de l'exploitation de Cigéo, dans le but de réinterroger périodiquement ces niveaux d'aléas et leur impact éventuel sur l'installation.

2025-AE-R20	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande de calculer l'excès de risque sanitaire lié aux particules de diamètre inférieur à 2,5 µm.***
Réponse Andra	L'étude d'impact comporte un volume dédié aux incidences sur la santé humaine (volume VI). Le calcul de l'excès de risque sanitaire lié aux particules de diamètre inférieur à 2,5 µm est présenté dans le chapitre 3.2 du volume VI de la pièce 6 - Étude d'impact du projet global Cigéo du présent dossier de demande d'autorisation de création (DAC), intitulé « évaluation des incidences liées aux émissions atmosphérique sur la santé humaine ».

2025-AE-R21	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande de compléter l'état radiologique d'un suivi du bilan de l'état radiologique dans l'environnement réalisé par l'ASNR.***
Réponse Andra	L'Andra partage l'enjeu relatif à l'établissement de l'état initial radiologique de Cigéo. Dans son rapport d'expertise 2024-00212 (7) l'IRSN *« souligne le travail d'ores et déjà conséquent réalisé pour établir un état initial radiologique et chimique de l'environnement du projet Cigéo »*. L'Andra a également prévu d'actualiser l'état initial chimique et radiologique avant la mise en service de l'INB Cigéo, ce qui fait l'objet d'un engagement pris au cours de l'instruction du dossier de demande d'autorisation de création et a été jugé satisfaisant par l'ASNR. Plus spécifiquement en ce qui concerne la comparaison avec les bilans de l'état radiologique de l'environnement français publiés par l'ASNR tous les trois ans, l'Andra utilise les bilans de 2015 à 2017 (38) et 2018 à 2020 (39) en références dans le volume III de l'étude d'impact du présent dossier de demande d'autorisation afin de comparer les données du bruit de fond radiologique local aux valeurs françaises. En décembre 2024, l'IRSN a publié le bilan 2021-2023 (40) de l'état radiologique de l'environnement français. L'étude d'impact sera mise à jour dans le cadre du prochain dossier réglementaire en intégrant les éléments de comparaison jugés pertinents avec ce dernier bilan. Dans la mesure où, comme indiqué dans le rapport d'expertise 2024-00212 (7) de l'IRSN,*« le bruit de fond radiologique est stable en Meuse-Haute-Marne »,* il n'est pas attendu que ces nouveaux éléments de comparaison fassent évoluer les conclusions actuelles. L'Andra apporte en outre les précisions suivantes : Concernant la qualité de l'air, un suivi en continu est assuré *via* les données acquises à la station atmosphérique d'Houdelaincourt (membre de l'Observatoire permanent de la radioactivité de l'air) (réseau Opera) piloté par l'ex. IRSN, (aujourd'hui intégré à l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection, ASNR). Le bilan de l'état radiologique de l'environnement français est utilisé pour contextualiser ces données. L'étude d'impact sera actualisée pour le prochain dossier réglementaire et intégrera les derniers bilans disponibles. Concernant les autres matrices (sol, produits agricoles, matrices biologiques, etc.), les données locales sont issues de plusieurs campagnes de prélèvements et d'analyse, dont la principale campagne a été réalisée entre 2009 et 2013 par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Il paraît plus pertinent de comparer ces données avec le bilan de l'état radiologique de l'environnement français de la même période. En effet, certains radionucléides artificiels comme le carbone 14 ou le césium 137 dont la présence est liée à des activités anthropiques passées et ponctuelles (retombées essais nucléaires et accident de Tchernobyl) ont une activité volumique qui décroît (cf. Graphique ci-dessous) depuis cette période. Pour les radionucléides naturels, leur activité étant stable, la prise en compte des éléments figurant dans le bilan 2021-2023 de l'état radiologique de l'environnement français ne changerait pas les conclusions. L'étude d'impact sera mise à jour dans le cadre du prochain dossier réglementaire en intégrant les éléments de comparaison jugés pertinents avec le dernier bilan 2021-2023 de l'état radiologique de l'environnement français.

2025-AE-R21

FIGURE 11 / ÉVOLUTION RÉCENTE DES ACTIVITÉS DE CARBONE-14 EN MILIEUX ATMOSPHÉRIQUE ET TERRESTRE HORS INFLUENCE D'INSTALLATIONS NUCLÉAIRES (Bq/kg de carbone)



Année	Valeurs de référence
1994	255 ± 7
1995	254 ± 7
1996	253 ± 7
1997	251 ± 7
1998	250 ± 7
1999	249 ± 7
2000	248 ± 7
2001	246 ± 7
2002	245 ± 7
2003	244 ± 7
2004	243 ± 7
2005	241 ± 7
2006	240 ± 7
2007	239 ± 7
2008	238 ± 7
2009	237 ± 7
2010	235 ± 7
2011	234 ± 7
2012	233 ± 7
2013	232 ± 7
2014	231 ± 7
2015	230 ± 7
2016	228 ± 7
2017	227 ± 7
2018	226 ± 7
2019	225 ± 7
2020	224 ± 7
2021	223 ± 7
2022	222 ± 7
2023	221 ± 7

RAPPORT D'INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES
AU BILAN DE L'ÉTAT RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT FRANÇAIS DE 2021 À 2023 – **IRSN**

2025-AE-R22	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae renouvelle sa recommandation de compléter l'évaluation des incidences Natura 2000 par l'analyse des incidences cumulées sur les espèces ayant justifié la désignation des sites des carrières du Perthois.***
Réponse Andra	La description des incidences du projet global Cigéo sur le site Natura 2000 « les carrières du Perthois » est présentée dans le chapitre 4.4.3 du volume V de la Pièce 6 (11). Dans le cadre de l'instruction du dossier de demande d'autorisation environnementale portant sur les premières opérations de caractérisation et de surveillance environnementale (dites « opérations des dossiers de la tranche de travaux DR0 »), l'Andra avait apporté des éléments dans son mémoire en réponse à cet avis de l'Ae (avis daté du 27 juin 2024 et référencé n° 2024-40 (20)) et complété le chapitre 4.4.3.1.1 du volume V de l'étude d'impact en conséquence. L'Andra rappelle ici les réponses apportées dans le cadre des dossiers de la tranche de travaux DR0 et précise certains éléments afin de parfaire la compréhension du sujet. Le complexe des anciennes carrières souterraines constitue un ensemble de gîtes d'hibernation particulièrement favorables aux chiroptères. Ainsi, 15 espèces de chauves-souris, parmi les 23 représentées en Lorraine, sont recensées sur l'ensemble du site en période d'hibernation. Six d'entre elles sont inscrites à l'annexe II de la directive « Habitats-Faune-Flore » (41) : le Petit rhinolophe, le Grand rhinolophe, Murin à oreilles échancrées, le Murin de Bechstein, le Grand murin et la Barbastelle d'Europe, ce qui justifie l'inscription de ce site au titre des habitats d'espèces d'intérêt communautaire. C'est bien au regard de ce groupe biologique et de ces différentes espèces qu'ont été évaluées les incidences du projet global Cigéo. Une étude commandée par le Conservatoire d'espaces naturels (CEN) Champagne-Ardenne et réalisée par le bureau d'études Neomys en 2019 porte sur des propositions de modification du périmètre du site Natura 2000 FR4100247 « Carrières du Perthois : gîtes à chauves-souris » (42). Dans cette étude, les points d'entrée, ainsi que les emprises souterraines des carrières, sont représentés afin de proposer une nouvelle délimitation du site Natura 2000. La délimitation « officielle » du site Natura 2000 n'a pas évolué depuis la parution de cette étude, cependant, l'Andra a également pris en compte ses résultats pour l'évaluation des incidences du projet global Cigéo. Les travaux les plus proches de ce site (à environ 1 km du site) sont des forages de la campagne de reconnaissance de la formation des Calcaires du Barrois (CFB) des dossiers de la tranche de travaux DR0. Aucun des forages du jalon des dossiers de la tranche de travaux DR0 n'est situé au droit des emprises souterraines des carrières et plus précisément, aucun des forages n'est localisé au sein du « nouveau » périmètre recommandé par le bureau d'études pour le site Natura 2000. Ainsi, les opérations des dossiers de la tranche de travaux DR0 n'ont pas d'effet direct d'emprise sur l'actuel périmètre, ni sur le périmètre projeté de ce site Natura 2000. Le chapitre 4.4.3 du volume V de la « Pièce 6 - Étude d'impact du projet global Cigéo » du présent dossier de demande d'autorisation a été mis à jour avec l'ajout d'une carte présentant la position des forages avec les projections en surface des emprises souterraines des carrières. Les autres travaux les plus proches sont situés à environ 16 km du site. Isolément (pour chaque plateforme), l'incidence résiduelle sur la biodiversité et les continuités écologiques des opérations de forages du programme des Calcaires du Barrois est non notable (cf. Volume IV et volume V de la « Pièce 6 - Étude d'impact du projet global Cigéo » du présent dossier de demande d'autorisation).

2025-AE-R22	
	Le cumul des incidences résiduelles non notable est limité par : • la nature des travaux (forages) ; • la distance entre les plateformes de forages concernées (minimum 3 km) ; • la temporalité de réalisation des travaux (les forages ne sont pas tous réalisés en même temps) ; • l'emprise limitée des plateformes de forage (dalle de béton de surface <5 m²) ; • et la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction : pas de travail de nuit pour le programme des Calcaires du Barrois, pas de travaux aux périodes de sensibilité des espèces. Ainsi les travaux pour les forages les plus proches de ce site N2000 ne pourront être réalisés que du 1er mars au 30 octobre afin d'éviter le risque de destruction/dérangement de chiroptères en période d'hibernation par l'émission de bruit et/ou de vibrations. Ainsi, les incidences cumulées résiduelles sont non notables et c'est pourquoi ces travaux ont fait l'objet d'une autorisation environnementale permettant leur réalisation en 2025 sans besoin de compensation (arrêté n° 2025-1557 du 11 juillet 2025 (43) modifié par l'arrêté n° 2025-1794 du 28 août 2025 (44)).

2025-AE-R23	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande de compléter le dossier par :*** • ***un panel plus large des accidents analysés au titre du retour d'expérience, en présentant notamment des accidents ayant des analogies au titre de la co-activité chantier et exploitation et des travaux miniers ;*** • ***une mise en perspective plus complète des enjeux identifiés et de leur prise en compte dans le projet Cigéo.***
Réponse Andra	L'Andra partage l'enjeu que constitue la prise en compte du retour d'expérience. Le chapitre 5.2 de l'étude de maîtrise des risques (29) présente à titre d'exemple des retours d'expérience sur des installations souterraines autres que des stockages géologiques. La démarche de l'Andra est cependant plus large : l'Andra a par exemple signé des accords de partenariat avec de grands maîtres d'ouvrage d'infrastructures souterraines, la Société des Grand projets (SGP) le Tunnel Euralpin Lyon-Turin (TELT) et la Société française du tunnel routier de Fréjus (SFTRF) afin d'intégrer leur retour d'expérience sur de nombreux plans dont la sécurité. La prise en compte du retour d'expérience repose également sur le recrutement de salariés ayant déjà acquis une expérience des grands projets nucléaires et souterrains, et sur un comité des travaux souterrain (CTS) qui réunit dix personnes issues d'entreprises du monde du souterrain, des mines et des tunnels). L'organisation du retour d'expérience de l'Andra prend ainsi en compte les projets nucléaires, au travers notamment de la collaboration avec les trois principaux producteurs de déchets (EDF, Orano, le CEA), les projets de stockage souterrain *via* les échanges internationaux avec ses homologues et de façon plus large des grands projets d'infrastructures souterraines *via* les partenariats et instances précitées. Pour l'IRSN, comme indiqué dans son rapport d'expertise 2024-00623 (12), *« ce REX externe témoigne de la volonté de l'Andra de monter en compétences sur la gestion de grands projets industriels nucléaires et souterrains, à la fois sur des aspects techniques mais aussi de pilotage de projet, de planification, de gestion des coûts et des risques, et s'inscrit de manière cohérente dans sa stratégie de montée en puissance en tant que maitre d'ouvrage du programme Cigéo ».* De façon générale, l'organisation de l'Andra en ce qui concerne le retour d'expérience a été examinée lors de l'instruction technique par l'ASNR du dossier de demande d'autorisation de création. Pour renforcer cette démarche, l'Andra a ainsi identifié et établi l'ordonnancement des actions à conduire à moyen terme afin de renforcer la formalisation des enseignements produits dans le cadre du processus de retour d'expérience. L'objectif est d'intégrer ces enseignements dans l'ensemble des référentiels techniques, des produits, des processus, des organisations (management de projet, système de management intégré) ainsi que dans les pratiques professionnelles des acteurs de la conception et/ou de l'exploitation.

2025-AE-R24	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande :*** • ***à l'Andra de retenir comme scénario de référence le traitement préalable des colis de déchets bitumés visant leur inertage avant stockage ;*** • ***au CEA de prioriser les travaux relatifs au programme de R&D associé à la mise en œuvre de ce scénario et d'en rendre compte régulièrement dans le cadre du PNGMDR.***
Réponse Andra	L'Andra retient, pour la demande d'autorisation de création de l'INB Cigéo, une démarche prudente conduisant à permettre deux voies de gestion pour le stockage des déchets bitumés sans préjuger d'une voie préférentiellement à une autre : • un stockage en l'état de colis de déchets bitumés (sans traitement préalable) mis dans des conteneurs en béton « renforcés », vis-à-vis du risque incendie, avant leur transfert et leur mise en stockage dans des alvéoles dédiés ; • un stockage de colis de déchets issus d'un traitement visant la neutralisation des déchets bitumés. Ce choix prend en compte les différents avis et recommandations émis, et notamment les travaux réalisés entre l'instruction du dossier d'options de sûreté de l'INB Cigéo et le dépôt de sa demande d'autorisation de création, parmi lesquels : • les travaux de la revue externe (45) menée par des experts français et internationaux dans le domaine de la gestion des déchets bitumés lancée en septembre 2018 à la demande conjointe du ministre de la Transition écologique et solidaire et de l'ASN, revue qui estimait que les deux voies de gestion des déchets bitumés, que sont la neutralisation et le stockage en l'état, sont possibles. Le groupe d'experts faisait également part de sa « *conviction que des dispositions techniques permettant un stockage des déchets bitumés dans Cigéo dans des conditions de sûreté acceptables peuvent être définies sur la base des techniques disponibles aujourd'hui en ingénierie…* » ; • les études et avis publiés entre 2019 à 2021 en application du PNGMDR 2016-2018 (46), qui ont conduit l'Autorité de sûreté, dans son Avis n° 2020-AV-0369 (47) de l'ASN du 1er décembre 2020 sur les études concernant la gestion des déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL), à considérer que les « *conclusions de la revue externe sur la gestion des déchets bitumés et des études sur les évolutions de conception des alvéoles MA-VL de Cigéo, […] mettent en lumière des éléments techniques nouveaux depuis la publication de l'avis du 11 janvier 2018* ». Les travaux menés par l'Andra concernant l'éventuel stockage en l'état des bitumes ont conduit à proposer un concept d'alvéole MA-VL renforcé pour ces déchets qui a été expertisé dans le cadre de l'instruction technique de l'ASNR. La démonstration de sûreté a été jugée « *satisfaisante pour les scénarios de référence* » et l'Andra s'est engagée à apporter des compléments pour les scénarios extrêmes.

2025-AE-R24	
	Les producteurs de déchets et l'Andra mènent par ailleurs un programme de recherche sur les bitumes intitulé « Babylone » dont les actions s'inscrivent dans la suite de l'avis de l'ASN du 1er décembre 2020 qui demandait de : • mettre en œuvre un programme ambitieux de caractérisation des colis de déchets bitumés, indispensable pour développer la démonstration que tout ou partie des colis de déchets bitumés pourrait être stocké avec un haut niveau de sûreté sans traitement préalable dans l'installation en projet Cigéo ; • mener des travaux complémentaires pour les colis de déchets bitumés dont la sûreté en stockage ne pourrait être démontrée à l'issue de ces travaux, en poursuivant à cet égard les études concernant leur éventuel traitement préalable. Ainsi, le choix de prendre en compte deux voies de gestion pour les bitumes est cohérent avec les avis émis par l'ASNR, notamment pour l'élaboration du PNGMDR, cadre dans lequel l'avancement des études relatives aux bitumes a fait l'objet d'un suivi particulier. En outre, le fait pour l'Andra d'intégrer dans ses études de conception et de sûreté associées les deux voies de gestion des déchets bitumés, s'inscrit dans l'exigence de flexibilité de l'installation, visant à pouvoir accueillir les colis de déchets quelle(s) que soi(en)t la ou les voies retenues à terme en identifiant les dispositions conservatoires le cas échéant à mettre en place dès la construction initiale. En lien avec le développement progressif de l'installation souterraine, cette démarche prudente de maintenir les deux options possibles de stockage sans privilégier l'une par rapport à l'autre permettra au moment de la prise de décision de la voie de stockage que l'INB Cigéo soit en capacité de stocker les déchets bitumés quelle que soit l'option retenue. L'Andra ne prévoit pas que ces colis soient stockés dans les premiers alvéoles mis en service lors de la phase industrielle pilote.

2025-AE-R25	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande de vérifier l'absence de PFAS dans les additifs d'extinction d'incendie envisagés sur le centre de stockage ou bien de s'assurer qu'aucun transfert dans l'environnement de ces substances n'interviendra quel que soit le scénario accidentel.***
Réponse Andra	L'Andra confirme qu'elle n'utilisera pas d'émulseurs contenant des PFAS pendant la phase d'exploitation de l'INB Cigéo. Il est prévu, au stade actuel des études, d'utiliser sur les dispositifs d'extinction fixes de certains locaux nucléaires, des mousses d'extinction utilisant des émulseurs lorsque l'étude de risque incendie conduit à mettre en place ce type de dispositif. L'Andra est cependant pleinement consciente des enjeux liés aux PFAS et elle prend d'ores et déjà en compte pour le projet Cigeo le plan d'action sur les PFAS de janvier 2023 du ministère de la Transition écologique (48) et de la Cohésion des territoires, substitué en 2024 par le plan d'action interministériel sur les PFAS (49). D'ici la mise en exploitation de l'INB Cigéo prévue à l'horizon 2050, l'Andra sera attentive aux évolutions techniques et réglementaires sur cette problématique et prendra en considération les orientations relatives aux produits de substitution sans PFAS. Par ailleurs, les locaux sous extinction mousse bénéficient de dispositifs de rétention des effluents d'extinction *in situ* comme le préconise la réglementation relative aux INB. En cas de mise en œuvre du dispositif d'extinction, les effluents seront récupérés puis analysés et éliminés par la filière la plus appropriée.

2025-AE-R26	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande de confronter la démarche de sûreté à long terme de Cigéo après fermeture avec les méthodes développées dans d'autres domaines techniques et réglementaires traitant de risques à long terme (secteurs miniers, industriels, aérospatial).***
Réponse Andra	La démonstration de sûreté à long terme telle que déployée sur l'INB Cigéo s'appuie sur des principes communs avec les industries à risque, combinant analyse fonctionnelle, identification des dangers, et scénarios intégrant les incertitudes. Ses fondements reposent sur : • la définition des fonctions de sûreté (des composants du stockage pour Cigéo) et des risques (y compris leurs incertitudes) ; • l'élaboration de scénarios variés (normaux, dégradés, accidentels) ; • la défense en profondeur (barrières multiples et redondantes) pour la conception et l'exploitation ; • l'intégration du retour d'expérience, de l'adaptabilité et de la surveillance. Les stockages de déchets radioactifs présentent la particularité d'être par conception passifs (ils ne dépendent pas d'une action humaine ou technologique active sur le long terme). L'approche de sûreté mise en œuvre permet de garantir cette passivité. Les secteurs minier et aérospatial ont développé des approches de sûreté, respectivement centrées sur le confinement passif et la fiabilité des systèmes. La sûreté nucléaire du stockage Cigéo s'inscrit dans une continuité méthodologique avec ces secteurs. En effet, elle combine le confinement passif hérité du génie minier et la robustesse systémique développée dans l'aérospatial. Pour l'INB Cigéo, face à des horizons temporels sur le million d'années, cette démarche repose sur une approche de conception prudente intégrant robustesse aux incertitudes scientifiques et technologiques, redondance fonctionnelle, surveillance, et prise en compte du principe de responsabilité intergénérationnelle. Dans le secteur minier, la démonstration de sûreté repose principalement sur le confinement passif des résidus dans le cadre de la définition du plan de gestion des risques, l'analyse géologique et hydrogéologique du site, l'étude de scénarios à long terme (érosion, infiltration, rupture de digue, utilisation des résidus miniers *a posteriori* dans le cas de sites contaminés) et la mise en place d'une surveillance et de servitudes post-fermeture de la mine. L'objectif est de démontrer que les risques pour le public et l'environnement décroissent avec le temps ou sont maîtrisés à des niveaux acceptables, au regard de la réglementation ou des guides méthodologiques applicables (guide ASN, guide de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), guide méthodologique national sur la gestion des sites et sols pollués du ministère de la Transition écologique, en collaboration avec le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) et l'Ineris…). *À l'instar* du projet Cigéo, la démonstration de sûreté à long terme pour les stockages de résidus miniers s'appuie notamment sur l'évaluation quantitative des impacts potentiels associés à des scénarios d'évolution du stockage (évolution normale ou altérée) définis de manière déterministe sur la base de guides nationaux.

2025-AE-R26	
	La démarche de sûreté à long terme dans le secteur aérospatial présente des spécificités par rapport à une installation nucléaire ou industrielle bien que les principes de base (prévention, défense en profondeur, amélioration continue) restent communs. En effet, le secteur aérospatial impose des exigences de sûreté intégrant une dimension internationale marquée, tandis que les installations nucléaires ou industrielles se concentrent sur la prévention des accidents majeurs dans un cadre industriel localisé. Dans le secteur aérospatial, l'approche probabiliste de la sûreté de fonctionnement est centrale pour évaluer et maîtriser les risques. L'objectif est de quantifier le risque en termes de probabilité d'occurrence d'un événement redouté, puis de s'assurer que ce risque reste en dessous d'un seuil acceptable. Cette démarche est envisageable compte tenu notamment d'exigences de certification strictes pour chaque composant ou système (pour des logiciels embarqués, pour du matériel électronique par exemple) avec des niveaux de criticité et taux de défaillance définis. Cette approche qui permet de quantifier finement les risques, est toutefois difficilement transposable de façon intégrale à des installations comme celle de Cigéo dans la mesure où des incertitudes majeures résident dans le choix d'hypothèses s'appuyant sur des données en lien avec l'évolution climatique, géologique ou sociétale susceptibles d'évoluer. Ainsi l'approche probabiliste, largement utilisée dans le secteur aérospatial, n'est pourtant pas exclue des industries nucléaires, mais elle y est complétée et encadrée différemment, en raison de spécificités techniques, réglementaires et sociétales propres au nucléaire. Des études probabilistes de sûreté ont notamment été effectuées pour optimiser la sûreté de Cigéo (ex. : tenue des conteneurs à la corrosion sur le long terme). En conclusion, la démarche de sûreté nucléaire retenue pour Cigéo est cohérente avec les approches retenues dans le secteur minier ou aérospatial. Elle mobilise le confinement passif à long terme hérité du génie minier, et la robustesse des systèmes actifs, inspirée de l'aérospatial. Elle ajoute les exigences spécifiques suivantes : • garantir la réversibilité de l'installation de stockage sur une durée définie réglementairement (comprenant la possibilité de récupérer des colis de déchets) ; • garantir un niveau de sûreté acceptable en l'absence d'intervention humaine sur des temps géologiques en misant sur un fonctionnement passif du stockage ; • garantir la robustesse aux incertitudes à long terme à travers une approche déterministe intégrant les incertitudes au cœur de la démonstration de sûreté après-fermeture dans la définition des scénarios quantifiés ; • maintenir la mémoire de la connaissance du système et des risques qu'il présente au travers de différents dispositifs mémoriels. Les démarches de démonstration de sûreté à long terme reposent sur des principes communs, mais leur mise en œuvre varie selon la spécificité propre à chaque secteur : les industries minières et aérospatiales ont développé des approches complémentaires qui ont fortement inspiré la sûreté nucléaire, confrontée à des enjeux uniques de durée et de conséquences potentielles pour le public et l'environnement.

2025-AE-R27	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande de poursuivre les expertises croisées et créatives, d'origines et de spécialités diverses, y compris sur des résultats considérés aujourd'hui comme acquis.***
Réponse Andra	L'Andra décline une approche prudente pour assurer la robustesse de la démonstration de sûreté de Cigéo tout au long de son exploitation, et pour la période après la fermeture du stockage. Cette démarche s'inscrit dans le cadre fixé par la réglementation applicable à Cigéo qui prévoit de réexaminer périodiquement cette démonstration pour la conforter et de tenir compte de l'évolution de techniques et des connaissances. Elle donnera lieu à des instructions régulières notamment par l'ASNR ; en cohérence avec les principes généraux d'amélioration continue de la sûreté de la convention sur la sûreté nucléaire de 1994 (50) et de la Directive 2009/71/Euratom du Conseil du 25 juin 2009 établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires (51). En application de l'arrêté INB du 7 février 2012 (31), l'Andra s'est appliquée à prendre toute disposition pour collecter et analyser de manière systématique les informations susceptibles d'améliorer la protection des personnes et de l'environnement : « *informations issues de l'expérience de l'installation, sur d'autres installations, similaires ou non, en France ou à l'étranger ou issues de recherche et développement* » (article 2.7.2 de l'arrêté INB). Les différentes composantes de ce retour d'expérience sont décrites en réponse à la recommandation R23. L'Andra s'appuie sur différents comités permettant d'apporter un éclairage externe sur plusieurs composantes : travaux souterrains, volet industriel, sûreté et environnement. La construction de la démonstration de sûreté présentée en support au dossier de demande d'autorisation de création s'est faite en intégrant plusieurs itérations de sûreté, au cours desquelles cette démonstration a été soumise à l'expertise régulière de l'ASNR et de revues. La démarche prudente de l'Andra se traduit également par l'approche qu'elle propose pour la phase industrielle pilote qui couvrira la phase de construction initiale de l'installation et ses premières années d'exploitation. L'Andra a proposé en réponse à l'action HA-MAVL.6 du PNGMDR 2022-2026 (52) des objectifs et critères de réussite pour cette phase. Ces objectifs intègrent plusieurs volets visant à acquérir des données pour *« conforter le fonctionnement phénoménologique du stockage et du milieu géologique environnant »* ce qui inclut entre autres le fait de *« conforter les caractéristiques initiales du site, et en particulier celles de la couche du Callovo-Oxfordien, qui fondent la sûreté après fermeture »* et de *« conforter le comportement des ouvrages souterrains et de la formation du Callovo-Oxfordien au regard du maintien de leurs fonctionnalités »*. À l'issue de cette phase un rapport sera établi qui sera expertisé en support à la décision relative à la poursuite ou non du stockage. Enfin, comme toute installation nucléaire, Cigéo fait et fera l'objet d'un examen approfondi de l'ensemble des éléments constituant sa démonstration de sûreté, dans le cadre de la demande de mise en service, puis lors des réexamens périodiques pendant la phase de fonctionnement. En effet, les dispositions du code de l'environnement imposent aux exploitants la réalisation de réexamens tous les 10 ans « *en prenant en compte les meilleures pratiques internationales* ». Ces réexamens sont l'opportunité d'actualiser l'appréciation des risques que présente l'installation ainsi que leur traitement. Ils tiennent compte du « *retour d'expérience de l'installation mais également d'installations similaires* » (L. 593-18 du code de l'environnement) et donnent lieu à une instruction par l'ASNR.

2025-AE-R28	
Intitulé de la recommandation	***Elle recommande par ailleurs d'élargir le champ de l'analyse des risques anthropiques à long terme et d'approfondir les connaissances et la prise en compte des incertitudes sur la conductivité thermique***
Réponse Andra	Les principaux risques anthropiques à long terme sont liés au risque d'intrusion dans le stockage qui pourrait survenir suite à la perte de la mémoire du stockage ou à l'impact indirect sur le stockage de l'exploitation du sol. Les éléments de maîtrise de ces risques sont présentés en réponse à la recommandation 13. En ce qui concerne le risque d'intrusion, l'Andra rappelle que la profondeur même du stockage, associé à l'absence de ressources souterraines particulières ou exceptionnelles, constitue une mesure de protection contre ce risque. En effet, isoler les déchets et retenir un site d'implantation qui ne présente pas de ressources naturelles exceptionnelles constitue une recommandation générale de diverses instances/organisations internationales telles que l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) (par exemple le SSR-5 (53), SSG-23 (54), SSG-14 (55)), Wenra, l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) et la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) (notamment la publication 122 dédiée au stockage en formation géologique et qui s'applique ainsi à l'installation de stockage Cigéo). Pour un stockage en formation géologique, la CIPR 122 (56) résume la position commune des différentes instances ainsi : « *Given the distance from the surface and the selection of appropriate sites, the potential for human intrusion is limited* », ce qui peut se traduire par : « *Compte tenu de la distance par rapport à la surface (qui est de 500 m pour l'installation de stockage Cigéo) et de la sélection de sites appropriés, le potentiel d'intrusion humaine est limité* ». À ce titre divers scénarios sont étudiés prenant notamment en compte les exigences du guide n° 1 de l'ASN qui fournit une liste réduite de situations à analyser et à évaluer. La liste des scénarios retenus a été définie sur la base du retour d'expérience national et international et des caractéristiques de l'INB Cigéo et de son environnement afin de définir une liste réduite mais suffisamment variée de scénarios d'intrusion humaine involontaire, qui soit suffisamment exhaustive pour pouvoir répondre aux objectifs de vérification de la robustesse du système de stockage, cette robustesse ayant été confirmée par l'ASNR au cours de l'instruction comme rappelé dans la réponse à la recommandation 2025-AE-R13. En ce qui concerne la prise en compte des incertitudes sur la conductivité thermique, ce sujet est traité dans la réponse à la recommandation 2025-AE-R14. Le dimensionnement du quartier pilote HA (tranche 1) repose sur une approche très prudente et conservative qui intègre la variabilité des paramètres. Le dimensionnement des quartiers de stockage HA, qui seront construits à l'horizon 2080 (tranches ultérieures), sera affiné dans les phases ultérieures du projet en tenant compte des nouvelles acquisitions de données et caractérisations du milieu géologiques qui seront réalisées pendant la tranche 1 et permettront de conforter les valeurs considérées et réduire les incertitudes et des progrès des outils de modélisation.

2025-AE-R30	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande à l'Andra :*** • ***de compléter le dossier afin d'y intégrer une présentation synthétique des coûts du projet ;*** • ***d'évaluer les coûts d'une fermeture anticipée de Cigéo, comprenant notamment une récupération des colis, ainsi que les opérations ayant une incidence sur la réversibilité ;*** • ***d'estimer les coûts nécessaires au stockage de l'inventaire de réserve, au niveau de connaissance actuel de sa faisabilité.***
Réponse Andra	L'Andra partage l'enjeu que constitue l'information du public concernant l'estimation des coûts du projet. Le PNGMDR 2022-2026 a fixé l'articulation des échéances de révision du coût du projet avec le processus de demande d'autorisation de création de Cigéo. L'action HAMAVL.8 du PNGMDR 2022-2026 indique, conformément à l'article 8 de la décision du 21 février 2020 (57), que la mise à jour de l'évaluation des coûts afférents au déploiement du projet Cigéo *« sera rendue publique lors du processus d'autorisation de création de Cigéo, au plus tard au moment de l'enquête publique. Ce coût a vocation à être réévalué régulièrement aux grandes étapes du projet Cigéo ».* Ainsi, en application de cet article, l'Andra a procédé à l'actualisation de l'évaluation des coûts du projet Cigéo qu'elle a rendue publique en mai 2025. L'ensemble des documents constitutifs de cette évaluation, incluant une synthèse du dossier, sont disponibles sur le site Internet de l'Andra[4] et seront donc accessibles dès maintenant et durant toute l'enquête publique. Afin d'informer le public et les parties prenantes une synthèse des coûts a également été élaborée en application de l'article 52 de l'arrêté du 9 décembre 2022 (9) et présentée le 10 mars 2026 en commission de gouvernance du PNGMDR. Elle sera publiée sur le site Internet du PNGMDR (58). En ce qui concerne le chiffrage des coûts nécessaires au stockage de l'inventaire de réserve, le PNGMDR a demandé que l'évaluation des coûts susmentionnée soit *« accompagnée de l'évaluation du coût du stockage des déchets de l'inventaire de réserve »,* comme requis par l'art D. 542-94 du code de l'environnement. L'Andra a donc évalué le coût du stockage des déchets de l'inventaire de réserve, dont la publication sur le site internet du PNGMDR est effectuée en articulation avec le calendrier de présentation à la commission orientation du PNGMDR des travaux réalisés en application de ce plan. L'évaluation des coûts d'une fermeture anticipée de Cigéo, telle qu'évoquée dans la recommandation de l'Ae n'est pas prévue dans le cadre du PNGMDR qui précise les modalités d'évaluation des coûts de Cigéo au titre de l'action HAMAVL.8 et vise le *« déploiement du projet Cigéo uniquement à ce jour ».* En l'état actuel du cadre applicable à l'Andra, le chiffrage des solutions de gestion à long terme des déchets HA et MA-VL concerne donc le seul périmètre du déploiement du projet Cigéo. Ainsi, la possibilité technique pour les générations futures d'opter pour une autre voie de gestion des déchets et de procéder à la fermeture anticipée du stockage est garantie *via* les dispositions prises au titre de l'adaptabilité, mais le chiffrage des coûts liés à la mise en place d'une telle solution incluant la récupération des colis de Cigéo n'est pas requis.

[4] https://www.andra.fr/cigeo/les-documents-de-reference

2025-AE-R32	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande d'évaluer les surcoûts de réversibilité pour chacune des options retenues, y compris celles visant la sûreté d'exploitation.***
Réponse Andra	Le code de l'environnement (article L. 542-10-1) définit la réversibilité 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 mise en pratique de la réversibilité par l'Andra s'appuie en particulier sur quatre options techniques de conduite de projet : le développement incrémental et la progressivité de la construction ; la flexibilité de l'exploitation ; l'adaptabilité des installations ; la récupérabilité des colis. Ces quatre options techniques conduisent à deux types de dispositions de conception liées à leur mise en œuvre : • des mesures conservatoires incluses dans la conception de Cigéo de manière à permettre leur application éventuelle : choix de conception, dimensionnements compatibles des ouvrages, domaine de fonctionnement du stockage ; • des dispositions liées à des scénarios d'application dédiés : scénarios de récupération de colis, adaptation à des scénarios d'évolution d'inventaire, correspondant à des hypothèses d'évolution de la politique énergétique ou de stratégie industrielle du parc nucléaire (extension de durée de vie, options de recyclage du combustible, etc.). Les mesures conservatoires incluses dans la conception de Cigéo sont décrites dans le dossier de demande d'autorisation de création et sont prises en compte dans l'évaluation du chiffrage de Cigéo[5]. Il s'agit notamment : • des dispositions assurant la faisabilité d'une extension fonctionnelle et physique des quartiers contribuant à la flexibilité et l'adaptabilité de l'installation ; • des dispositions conceptuelles permettant la coactivité exploitation/chantier, en lien avec le développement progressif de l'installation ; • de la compatibilité des infrastructures communes (installations de surface, process nucléaire complet intégrant le transfert par le funiculaire, descenderie colis, galeries de liaison et intersections) avec la réception de nouvelles dimensions et grandeurs caractéristiques de colis, assurant la flexibilité et l'adaptabilité de l'installation ; • des dispositions relatives aux colis et conteneur de stockage, notamment leurs propriétés de confinement et l'assurance de la capacité à les manutentionner ainsi que des mesures de dimensionnement des éléments de soutènement (chemisage de l'alvéole HA, génie civil de l'alvéole MA-VL) qui permettent la récupérabilité des colis. Si certaines mesures sont spécifiques à la réversibilité, de nombreuses mesures conceptuelles contribuent fortement à la réversibilité, sans pour autant lui être exclusivement reliées. La réversibilité n'est donc pas isolable de la conception et du chiffrage d'ensemble de Cigéo. La réversibilité est rendue possible par les mesures de conception précitées mais la mise en œuvre éventuelle de celle-ci (correspondant aux scénarios d'application susmentionnés) sera de la responsabilité des générations futures qui en prendront la décision, tant pour les modalités précises que pour l'évaluation et le financement des coûts associés.

[5] Le dossier de coût de Cigéo de 2025 est disponible à l'adresse suivante : https://www.andra.fr/cigeo/les-documents-de-reference

2025-AE-R32	
	Au stade de la demande d'autorisation de création (DAC), certains scénarios ont fait l'objet de demandes spécifiques d'estimation des coûts. L'adaptabilité au stockage dans Cigéo de l'inventaire de réserve (incluant notamment les déchets issus de l'extension de durée de fonctionnement des réacteurs à 60 ans, de l'exploitation de six nouveaux EPR, et certains déchets FA-VL) a ainsi été chiffrée en application de l'article D. 542.94 du code de l'environnement. L'Ae souligne que des opérations réalisées au cours de l'exploitation pourront avoir des incidences sur la réversibilité. L'Andra partage ce constat, et s'est d'ailleurs engagée au cours de l'instruction technique de la demande d'autorisation de création (DAC) à présenter lors de la première revue de réversibilité, « *les évolutions des niveaux de flexibilité et d'adaptabilité au regard des étapes possibles du déploiement de Cigéo* ». Ainsi, c'est bien dans le cadre des revues de réversibilité successives (prévues tous les cinq ans et articulées avec les réexamens de sûreté de l'installation), en lien avec le déploiement progressif de Cigéo, que pourront être discutés d'éventuels besoins d'évaluations de coût complémentaires pour certains scénarios de mise en œuvre de la réversibilité.

2025-AE-R33	
Intitulé de la recommandation	***L'Ae recommande à l'Andra d'évaluer le coût de retrait des déchets entreposés pendant la phase pilote, et à l'État de définir les modalités de provisionnement de ces opérations.***
Réponse Andra	Comme évoqué en réponse à la recommandation R30, .les modalités d'évaluation des coûts de Cigéo ont été précisées dans le cadre du PNGMDR au titre de l'action HAMAVL.8, rédigée comme suit : *« La mise à jour de l'évaluation des coûts afférents à la mise en œuvre des solutions de gestion à long terme des déchets radioactifs HA et MA-VL (déploiement du projet Cigéo uniquement à ce jour), arrêtée par le ministre chargé de l'énergie conformément à l'article L. 542-12 du code de l'environnement, sera rendue publique lors du processus d'autorisation de création de Cigéo*, au plus tard au moment de l'enquête publique. ».* En l'état actuel du cadre applicable à l'Andra, le chiffrage des solutions de gestion à long terme des déchets HA et MA-VL concerne donc le seul périmètre du déploiement du projet Cigéo. Comme évoqué dans les réponses aux recommandations R30 et R32, c'est dans le cadre des revues de réversibilité successives et du PNGMDR que pourraient être discutés d'éventuels besoins d'évaluations de coût complémentaires, en lien avec la mise en œuvre de la réversibilité, et que pourraient alors être définies les modalités de leur mise en œuvre.

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 2-1 Comparaison du nombre de colis de déchets HA et MA-VL entre le scénario retenu pour l'inventaire de référence et le « scénario MRREP » retenu pour l'inventaire de réserve. 27

Figure 2-2 Comparaison du nombre de colis de déchets HA, MA-VL et de colis de combustibles usés entre le scénario retenu pour l'inventaire de référence et le « scénario d'arrêt du recyclage » retenu pour l'inventaire de réserve 28

Tableaux

Tableau 1-1 Correspondance entre l'avis de l'Ae et le mémoire en réponse de l'Andra 7

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1 Avis délibéré n° 2025-133 de l'Autorité environnementale sur la demande d'autorisation de création du centre de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs de haute et moyenne activités (Cigéo) sur les communes de Saudron (52) et de Bure (55). Autorité environnementale (2025). N°2025-133. 61 p. Disponible à l'adresse : https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/4_-_demande_d_autorisation_de_creation_du_centre_de_stockage_de_dechets_radioactifs_cigeo_cle0153dd.pdf.

2 Lettre CODEP-DRC-2018-001635 de l'ASN du 12 janvier 2018 relative au dossier d'options de sûreté pour le projet de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2018). N°CODEP-DRC-2018-001635. 45 p. Disponible à l'adresse : https://www.asn.fr/Media/Files/Lettre-adressee-a-l-Andra-precisant-les-options-de-surete-Cigeo.

3 Dossier d'options de sûreté - Partie après fermeture (DOS-AF). Andra (2016). Document N°CGTEDNTEAMOASR20000150062. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/sites/default/files/2018-04/dossier-options-surete-apres-fermeture_0.pdf.

4 Dossier d'options de sûreté - Partie exploitation (DOS-Expl). Andra (2016). Document N°CGTEDNTEAMOASR10000150060. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/sites/default/files/2018-04/dossier-options-surete-exploitation.pdf.

5 Travaux relatifs au nouveau nucléaire - PPE 2019-2028. Gouvernement (2022). 76 p. Disponible à l'adresse : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2022.02.18_Rapport_nucleaire.pdf.

6 Avis n° 2025-AV-003 de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection du 4 mars 2025 relatif aux enjeux et aux orientations à considérer dans le cadre de la préparation du 6ème Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs. Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) (2025). N°2025-AV-003. 5 p. Disponible à l'adresse : https://annual-report.asn.fr/reglementation/bulletin-officiel-de-l-asnr/installations-nucleaires/avis/avis-n-2025-av-003-de-l-asnr-du-4-mars-2025.

7 Demande d'autorisation de création du projet Cigéo - « GP1 » - Évaluation des données de base retenue pour l'évaluation de sûreté. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (2024). N°2024-00212. 170 p.

8 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 7 - Version préliminaire du rapport de sûreté. Andra (2026). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-SR0-0000-21-0007.

9 Arrêté du 9 décembre 2022 pris en application du décret n° 2022-1547 du 9 décembre 2022 prévu par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs. Ministère de la Transition énergétique (2022). Journal officiel de la République française (JORF), N°ENER2231735A.

10 Décision n° 2018/51/PNGMDR/4 - Cinquième édition du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs. Commission nationale du débat public (CNDP) (2018). Journal officiel de la République française (JORF), N°CNPX1815916S.

11 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 6 - Étude d'impact du projet global Cigéo. Andra (2026). Document N°CG-TE-D-EDM-AMOA-ESE-0000-22-0005.

12 Avis IRSN - Demande d'autorisation de création du projet Cigéo - "GP2" - Sûreté en exploitation. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (2024). N°2024-00623. 212 p. Disponible à l'adresse : https://www.irsn.fr/sites/default/files/2025-01/IRSN_Rapport-2024-00623_Cigeo_GP2.pdf.

13 Avis relatif au dossier de demande d'autorisation de création du projet Cigéo - "GP2 - Évaluation de la sûreté en exploitation - Réunion tenue à Montrouge et en visioconférence, les 10 et 11 décembre 2024. Groupe permanent d'experts pour les déchets (GPD) (2024). 9 p.

14 Objectifs et critères de réussite de la phase industrielle pilote - Volet technique (action HAMAVL.6 - Article 36 de l'arrêté du 09.12.22 d'application du PNGMDR). Andra (2025). Document N°CGTEDRAPAMOATR00000240007.

15 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 16 - Plan directeur de l'exploitation. Andra (2026). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-SDR-0000-19-0001.

16 Loi n° 2016-1015 du 25 juillet 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. Assemblée nationale; Sénat (2016). Journal officiel de la République française (JORF), N°DEVX1614324L.

17 Objectifs et critères de réussite de la phase industrielle pilote - Volet gouvernance (action HAMAVL.6 - Article 36 de l'arrêté du 09.12.22 d'application du PNGMDR). Andra (2025). Document N°COMRPADIC240024. Disponible à l'adresse : https://concertation.andra.fr/media/default/0001/01/45da9d7d7135848bd584a9705f1b24fca96fc0b0.pdf.

18 Bilan des concertations sur la phase industrielle pilote et la gouvernance du projet Cigéo. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-BLN-AMOA-CM0-0000-22-0022. Disponible à l'adresse : https://concertation.andra.fr/media/default/0001/01/503b5d7999391f0987eb068549b3939a5aecc816.pdf.

19 Objectifs et critères de réussite de la phase industrielle pilote de Cigéo - Bilan de la concertation. Andra (2025). Document N°DDP/DICOM/25-0036. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/sites/default/files/2025-05/Objectifs%20et%20crit%C3%A8res%20de%20la%20phipil%20de%20Cig%C3%A9o%20-%20Bilan%20de%20la%20concertation.pdf.

20 Dossier d'enquête publique unique - Tranche de travaux DR0. Pièce EPU4 - Avis émis sur le projet et réponse de l'Andra. Andra (2024). Document N°CG-01-D-NTE-AMOA-CM1-0100-23-0001.

21 Dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo. Pièce 13 - Évaluation économique et sociale des infrastructures de transport du projet global Cigéo. Andra (2020). Document N°CG-TE-D-RAP-AMOA-EEE-0000-19-0081.

22 Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2022-2026. Ministère de la Transition énergétique (2023). 114 p. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/sites/default/files/2023-01/PNGMDR_2022.pdf.

23 Inventaire national des matières et déchets radioactifs - Les essentiels 2026. Andra (2026). Document N°DDP/DICOM/26-0009. Disponible à l'adresse : https://inventaire.andra.fr/sites/default/files/pdf/andra_inventaire_national_essentiel_2026_web_2.pdf.

24 Le dossier 2005. Andra (2005). Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/cigeo/les-documents-de-reference#section-967.

25 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 20 - Plan de développement de l'installation de stockage Cigéo. Andra (2026). Document N°CG-TE-D-PDD-AMOA-SDR-0000-19-0002.

26 Le socle de connaissances scientifiques et techniques du centre de stockage Cigéo. Recueil des fiches bilan scientifiques et techniques. Andra (2025). Document N°CG-TE-D-LST-AMOA-TR0-0000-20-0001.

27 Guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2008). 32 p. Disponible à l'adresse : https://www.asn.fr/content/download/50883/352509?version=2.

28 Rapport d'expertise - Demande d'autorisation de création du projet Cigéo - "GP3" - Sûreté en après fermeture. Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) (2025). N°2025-00263. 118 p. Disponible à l'adresse : https://recherche-expertise.asnr.fr/sites/default/files/2025-07/ASNR_Rapport_Expertise_2025_00263_du_6_juin_2025_v2.pdf.

29 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 8 - Étude de maîtrise des risques. Andra (2026). Document N°CG-TE-D-ERQ-AMOA-SR0-0000-19-0037.

30 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 19 - Version préliminaire des spécifications d'acceptation des colis. Andra (2026). Document N°CG-TE-D-SPE-AMOA-SR0-0000-19-0040.

31 Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (version consolidée au 24 septembre 2018). Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement; Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie (2018). Journal officiel de la République française (JORF), N°DEVP1202101A.

32 Loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs. Assemblée nationale; Sénat (1992). Journal officiel de la République française (JORF), N°INDX9100071L.

33 Loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs. Assemblée nationale; Sénat (2006). Journal officiel de la République française (JORF), N°ECOX0600036L.

34 Comité de haut niveau : le contrat de développement du territoire adopté. Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) (2019). Consulté le 26/03/2026. Disponible à l'adresse : https://meusehautemarne.andra.fr/comite-de-haut-niveau-le-contrat-de-developpement-du-territoire-adopte.

35 Emmanuelle Wargon réunit le Comité de Haut Niveau du projet Cigéo pour adopter un contrat de développement territorial et finaliser ses financements. Préfet de la Haute-Marne (2019). Consulté le 26/03/2026. Disponible à l'adresse : https://www.meuse.gouv.fr/Actualites/Emmanuelle-Wargon-reunit-le-Comite-de-Haut-Niveau-du-projet-Cigeo-pour-adopter-un-contrat-de-developpement-territorial.

36 Le projet de développement du territoire pour l'accompagnement de Cigéo. Préfet de la Meuse (2025). Consulté le 26/03/2026. Disponible à l'adresse : https://www.meuse.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/CIGEO/Le-projet-de-developpement-du-territoire-pour-l-accompagnement-de-Cigeo-PDT/Le-projet-de-developpement-du-territoire-pour-l-accompagnement-de-Cigeo.

37 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 12 - Servitudes et demande de périmètres de protection et de droit exclusif. Andra (2026). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-PU0-0000-19-0026.

38 Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2015 à 2017 : rapport de mission 2018. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (2018). N°DG/ 2018-00006. 354 p. Disponible à l'adresse : https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/environnement/IRSN-ENV_Bilan-Radiologique-France-2015-2017.pdf.

39 Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2018 à 2020. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (2021). N°IRSN 2021-00765. 408 p.

40 Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2021-2023. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (2024). N°IRSN 2024-00600. 340 p.

41 Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (version consolidée du 1er juillet 2013). Conseil des Communautés européennes (2013). Journal officiel des Communautés européennes, N°CELEX:31992L0043.

42 Proposition de modification du périmètre du site Natura 2000 FR4100247 « Carrières du Perthois : gîtes à chauves-souris ». NEOMYS; Conservatoire d'espaces naturels Champagne-Ardenne (2019). 40 p.

43 Arrêté interpréfectoral n° 2025-1557 du 11 juillet délivrant l'autorisation environnementale relative aux premières opérations de caractérisation et de surveillance environnementale du projet de centre de stockage en couche géologique profonde des déchets radioactifs de haute et de moyenne activité à vie longue (Cigéo). Préfecture de la Meuse; Préfecture de la Haute-Marne (2025). Recueil des actes administratifs de la Préfecture de la Meuse, N°74.

44 Arrêté interpréfectoral n° 2025-1794 du 28 août 2025 portant modification de larrêté interpréfectoral n° 2025-1557 du 11 juillet délivrant lautorisation environnementale relative aux premières opérations de caractérisation et de surveillance environnementale du projet de centre de stockage en couche géologique profonde des déchets radioactifs de haute et de moyenne activité à vie longue (Cigéo). Préfecture de la Meuse; Préfecture de la Haute-Marne (2025), N°2025-1794.

45 Revue externe sur la gestion des déchets bitumés : rapport final. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2019). 97 p. Disponible à l'adresse : https://www.asn.fr/Media/Files/00-Publications/Rapport-final-revue-dechets-bitumes?

46 Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs 2016-2018 - Colis de déchets radioactifs HA et MA-VL produits et à produire sur le site de La Hague : analyse de l'acceptabilité dans Cigéo, au regard des spécifications d'acceptation préliminaires Andra. Areva (2017). N°DM2D NT 2017-0384. 58 p. Disponible à l'adresse : https://www.asn.fr/Media/Files/00-PNGMDR/PNGMDR-2016-2018/Analyse-de-l-acceptabilite-dans-CIGEO-au-regard-des-specifications-d-acceptation-preliminaires-Andra-des-colis-de-dechets-radioactifs-HA-et-MAVL-produits-et-a-produire-sur-le-site-de-La-Hague-Orano.

47 Avis n° 2020-AV-0369 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 1er décembre 2020 sur les études concernant la gestion des déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL), remises en application du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2016-2018, en vue de l'élaboration du cinquième plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2020). N°2020-AV-0369. 16 p. Disponible à l'adresse : https://www.asn.fr/content/download/174416/1798843?version=2.

48 Plan d'actions ministériel sur les PFAS - Janvier 2023. Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (2023). 10 p. Disponible à l'adresse : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/22261_Plan-PFAS.pdf.

49 Plans d'actions interministériel sur les PFAS - Avril 2024. Gouvernement (2024). 44 p. Disponible à l'adresse : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2024.04.05_Plan_PFAS.pdf.

50 Convention sur la sûreté nucléaire. International Atomic Energy Agency (IAEA) N°INFCIRC/449. 15 p. Disponible à l'adresse : https://www.iaea.org/sites/default/files/infcirc449_fr.pdf.

51 Directive 2009/71/Euratom du Conseil du 25 juin 2009 établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires (version consolidée au 14 août 2014). Conseil de l'Union européenne (2014). Journal officiel de l'Union européenne, N°CELEX:32009L0071.

52 Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) 2022-2026 - Version projet. Ministère de la Transition écologique (2022). 100 p. Disponible à l'adresse :

https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/projet_de_pngmdr.pdf.

53 Disposal of Radioactive Waste: Specific Safety Requirements. International Atomic Energy Agency (IAEA) (2011). N°SSR-5. 62 p.

54 The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste - Specific safety guide. International Atomic Energy Agency (IAEA) (2012). N°SSG-23. 140 p.

55 Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste. International Atomic Energy Agency (IAEA) (2011). N°SSG-14. 104 p.

56 ICRP Publication 122: Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste. Annals of the International commission on radiological protection (ICRP) (2013). Weiss, W.,Larsson, C.M.,McKenney, C.,Minon, J.P.,Mobbs, S.,Schneider, T.,Umeki, H.,Hilden, W.,Pescatore, C.,Vesterlind, M. Vol. 42, N°3, 61 p.

57 Décision du 21 février 2020 consécutive au débat public dans le cadre de la préparation de la cinquième édition du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs. Ministère de la Transition écologique et solidaire (2020). Journal officiel de la République française (JORF), N°TRER2005279S.

58 Études et travaux réalisés au titre du PNGMDR 2022-2026. Gouvernement (2025). Consulté le 18/03/2026. Disponible à l'adresse : https://dechets-radioactifs.ecologie.gouv.fr/etudes-et-travaux-realises-au-titre-du-pngmdr-2022-2026-82.

AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS
1-7, rue Jean-Monnet
92298 Châtenay-Malabry cedex
www.andra.fr

© Andra • 2026 • Conception-réalisation : www.kazoar.fr • Crédit illustration : Andra